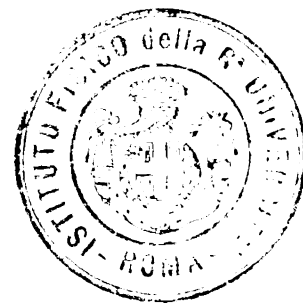
L'ELETTROTECNICA

GIORNALE ED ATTI DELLA

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

VOLUME OTTAVO

XXV DEGLI ATTI

REDAZIONE ED AMMINISTRAZIONE

MILANO — Via S. Paolo N. 10

1921

INDICE DEGLI AUTORI

I nomi degli Autori in maiuscoletto si riferiscono a scritti originali, quelli in corsivo a recensioni. (A) comunicazione; (D) discussione; (L) lettere alla Redazione; (r) risposte; (R) recensione di libri.

INDICE DELLE MATERIE

SOMMARIO: 1. **A. E. I.** — 2. **Accumulatori e accumulazione dell'energia** — 3. **Apparecchi di manovra, regolazione, protezione, ecc.** — 4. **Applicazioni agricole** — 5. **Applicazioni termiche** — 6. **Applicazioni varie** — 7. **Bilanci, Dividendi e Notizie delle Società elettriche** — 9. **Condutture** — 10. **Costruzioni elettromeccaniche** — 11. **Decreti, leggi, norme e regolamenti** — 12. **Domande e risposte** — 13. **Elettrochimica ed elettrometallurgia** — 14. **Elettrofisica** — 15. **Elettrotecnica generale** — 16. **Fisica e chimica** — 17. **Generatori elettrici, pile** — 18. **Idraulica** — 19. **Illuminazione e fotometria** — 20. **Impianti** — 21. **Indice bibliografico** — 22. **Industria nazionale** — 23. **Insegnamento, istituti, scuole, laboratori** — 24. **Libri e pubblicazioni** — 25. **Magnetofisica** — 26. **Materiali** — 27. **Meccanica** — 28. **Misure: metodi ed istrumenti** — 29. **Motori elettrici** — 30. **Motori primi, caldaie, ecc.** — 31. **Necrologie e commemorazioni** — 32. **Note e questioni economiche, finanziarie e politiche** — 33. **Note e questioni legali** — 34. **Radiotelegrafia e radiotelefonia** — 35. **Società scientifiche, concorsi, ecc.** — 36. **Statistica** — 37. **Tariffícazione e vendita** — 38. **Telegrafia, telefonia, segnalazioni** — 39. **Trasformatori, convertitori, raddrizzatori, ecc.** — 40. **Trasmissione e distribuzione** — 41. **Trazione e propulsione** — 42. **Varie.**

1. — A. E. I.

Riunioni Sociali.

Sezioni (Notizie e Verbali).

Commissioni e Comitati.

Votazioni, statuti e regolamenti.

Varie.

2. — Accumulatori e accumulazione dell'energia.

Articoli e comunicazioni.

Sunti e sommari.

Cronaca.

Lettere alla redazione.

Note di redazione.

3. — Apparecchi di manovra, regolazione, protezione, ecc.

Articoli e comunicazioni.

4. — Applicazioni agricole.

Articoli e comunicazioni.

5. — Applicazioni termiche.

Articoli e comunicazioni.

6. — Applicazioni varie.

Articoli e comunicazioni.

7. — Bilanci, dividendi e notizie delle Società elettriche.

9. — Condutture.

Articoli e comunicazioni.

10. — Costruzioni.

Articoli e comunicazioni.

11. — Decreti, leggi, norme e regolamenti.

Testi di leggi, decreti, norme ecc.

12. — Domande e risposte.

13. — Elettrochimica ed elettrometallurgia.

Sunti e sommari.

21. — Indice bibliografico.

22. — Industria nazionale.

Articoli e comunicazioni.

Lettere alla redazione.

Note di redazione.

23. — Insegnamento, istituti, scuole e laboratori.

Cronaca.

24. — Libri e pubblicazioni.

25. — Magnetofisica.

Sunti e sommari.

Cronaca.

26. — Materiali.

Sunti e sommari.

Cronaca.

27. — Meccanica.

Cronaca.

28. — Misure: metodi ed istrumenti.

Articoli e comunicazioni.

Sunti e sommari.

Cronaca.

Note di redazione.

35. — Società scientifiche, concorsi, ecc.

Articoli e comunicazioni.

Cronaca.

Note di redazione.

36. — Statistica.

Cronaca.

37. — Tariffícazione e vendita.

Articoli e comunicazioni.

Lettere alla redazione.

Note di redazione.

38. — Telegrafia, telefonia, segnalazioni.

Articoli e comunicazioni.

Riassunti.

Sunti e sommari.

Cronaca.

Lettere alla redazione.

Note di redazione.

Norme, leggi, decreti, ecc.

39. — Trasformatori, convertitori, raddrizzatori.

Articoli e comunicazioni.

Sunti e sommari.

Note di redazione.

40. — Trasmissione e distribuzione.

Articoli e comunicazioni.

Riassunti.

Sunti e sommari.

Cronaca.

Lettere alla redazione.

Note di redazione.

Norme, leggi, decreti, ecc.

41. — Trazione e propulsione.

Articoli e comunicazioni.

Sunti e sommari

Cronaca.

Lettere alla redazione.

Note di redazione.

42. — Varie.

Sunti e Sommari

Cronaca.

Lettere alla redazione.

Note di redazione.

VOL. VIII (XXV degli Atti) 5 Gennaio 1921 N. 1

L'ELETTROTECNICA

GIORNALE ED ATTI DELLA

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

REDAZIONE ED AMMINISTRAZIONE: VIA SAN PAOLO, 10 - MILANO - TELEFONO N. 20-86

REDATTORE CAPO: A. BARBAGELATA - REDATTORI: U. BORDONI - M. SEMENZA - G. VALLAURI

È GRADITA LA COLLABORAZIONE DEI LETTORI - GLI ARTICOLI DI INTERESSE GENERALE ACCETTATI DALLA REDAZIONE SONO COMPENSATI

I MANOSCRITTI NON SI RESTITUISCONO

Il referendum e le elezioni generali.

Mentre scriviamo sono in corso le votazioni pel referendum e per le elezioni generali. Speriamo però di giungere ancora in tempo a rivolgere una parola di esortazione ai ritardatari. Quell'autorità che noi vorremmo veder presto da tutti riconosciuta al nostro sodalizio, e della quale facciamo cenno più sotto, rimarrebbe per sempre un pio desiderio se una gran parte dei consoci continuasse a disinteressarsi completamente della vita dell'associazione.

Il coordinamento delle reti e degli impianti elettrici.

E' il problema fondamentale che oggi interessa gli elettrotecnici di tutti i paesi civili, dato che in esso può rientrare, almeno nelle sue linee generali, anche la questione dell'elettrificazione delle ferrovie. Da qualche tempo, dopo un ventennio di meravigliosi progressi, l'elettrotecnica sembra aver trovato un assetto stabile. Il progresso, naturalmente, si manifesta ancora e notevolissimo nello studio dei perfezionamenti di dettaglio, nello sforzo di rendere sempre più economici e potenti, macchine ed apparecchi; ma, sostanzialmente, macchine ed apparecchi di cui si vale la grande industria elettrica, sono rimasti da tempo immutati. Grandi novità, radicali rivolgimenti quali potrebbero derivare da una scoperta o da una invenzione geniale non si direbbero prossimi e da quello che oggi si conosce, solo per i convertitori a vapori di mercurio e per la introduzione delle valvole joniche nel campo della grande elettrotecnica, parrebbe si possano attendere notevoli innovazioni.

In questo stato di relativo raccoglimento è naturale che gli studi si rivolgano a coordinare ed utilizzare meglio quei meravigliosi impianti che sorti dovunque prodigiosamente e talora un po' tumultuosamente, nei tre lustri che precedettero la guerra, mostrano oggi molto spesso i segni della loro troppo rapida crescita. D'altra parte la guerra coi suoi formidabili bisogni ha ovunque messo in evidenza i grandi vantaggi che si sarebbero potuti derivare da una più perfetta sistemazione degli impianti e delle reti di distribuzione. E così oggi in tutte le Nazioni civili del nuovo e del vecchio mondo si discute di un vero « piano regolatore » degli impianti elettrici. Si studiano nuove grandi linee e reti di collegamento, si pensa di sopprimere interi gruppi di antiche centrali per sostituirle con nuovi più potenti e più razionali organismi, si vaglia il pro ed il contro di modificare tensioni e frequenze di reti esistenti. E si manifestano naturalmente le due tendenze. Da una parte gli « statoiatri » i quali non si contentano di affermare che solo lo Stato può aver l'autorità di imporre, fra i contrastanti interessi, la soluzione generale e razionale, ma vorrebbero che lo Stato stesso si assumesse, mediante i suoi organi competenti, la preparazione del nuovo piano regolatore. Dall'altra i « liberisti », additando con orgoglio il mirabile sviluppo che l'industria privata ha saputo dare agli impianti elettrici, paventano e deprecano sovra ogni cosa, qualsiasi intervento statale ed affermano che, sotto lo stimolo delle necessità economiche, gli esercenti sapranno trovare da sè la migliore soluzione del ponderoso problema. E non si può negare che tali liberisti abbiano da noi ottimi motivi di orgoglio, chè realmente in Italia, e sopratutto nell'Italia del nord, già moltissimo si è fatto e si fa per il collegamento delle varie reti e per le cessioni di energia da rete a rete.

Fra le due tendenze estreme, noi, con molti colleghi particolarmente affezionati alla nostra associazione, avevamo pensato e sperato — forse con un po' di ingenuità — che l'A. E. I. potesse assidersi arbitra, preordinando, col concorso di tutti i suoi competenti, quel piano regolatore che lo Stato avrebbe poi potuto sanzionare un giorno con la sua autorità. Si vegga in proposito quanto scrivevamo in queste note il 15 Luglio 1918 (pag. 269).

Invece non molto si è fatto e troppo presto, sopratutto, si è cessato di fare. Gli studi ed i lavori delle due speciali Commissioni per l'unificazione delle tensioni e delle frequenze, che culminarono nei due ordini del giorno votati nel giugno 1919 a Trento, non hanno più avuto seguito e molti, senza dubbio, li avranno completamente dimenticati. La cosa deriva, secondo noi, dal fatto che, per quanto l'autorità del nostro sodalizio sia venuta rapidamente accrescendosi in questi ultimi anni, il suo riconoscimento è ancora troppo recente, troppo limitato, per diffondere la « sensazione » del valore collettivo dell'A. E. I. e ciò non solo nelle sfere governative, ma nella stessa generalità dei consoci. Ed un ben nobile compito si apre all'attività della nuova Presidenza, per affermare sempre meglio l'autorità della nostra A. E. I., per convincere Governo e consoci che una associazione, la quale raccoglie tutte le forze vive dell'elettrotecnica italiana, può e deve avere un sensibile peso nella vita tecnica del Paese.

Frattanto, nell'attesa di nuove manifestazioni di attività collettiva, pensiamo che molto possa giovare l'opera individuale dei migliori colleghi, prendendo ad oggetto i particolari argomenti che concorrono nel problema generale di un piano regolatore degli impianti elettrici. Un ottimo esempio si è avuto nella recente Riunione di Roma colle comunicazioni dell'Ing. Vannotti e di una speciale commissione nominata dalla Sezione di Livorno; ma noi vorremmo che l'esempio trovasse numerosi imitatori in modo che il giorno in cui l'Associazione nostra o qualsiasi altro Ente dovesse trarre delle conclusioni decisive, il lavoro fosse completamente istruito per merito esclusivo dei soci dell'A. E. I.

Intanto iniziamo oggi — e additiamo con piacere ai lettori — la relazione dell'Ing. VANNOTTI che costituisce uno studio veramente completo ed esauriente dei sistemi di cui oggi la tecnica dispone per la trasformazione industriale della frequenza e quindi per il collegamento di reti a diversa periodicità.

La capacità degli aerei r. t.

Abbiamo altra volta accennato come i grandi progressi recenti delle radiocomunicazioni siano strettamente legati ai progressi delle misure elettriche in codesto campo specialissimo, e come in tali studi i tecnici della nostra Marina abbiano spiegato un'opera preminente, già molto apprezzata nel mondo r. t. sebbene non ancora del tutto nota. Con la memoria del Comandante PESSION, che presentiamo in questo fascicolo, contiamo iniziare una serie di studi sulle costanti e sulle proprietà caratteristiche degli aerei, che riteniamo possa destare vivo interesse e chiarire molti punti oscuri. Basti rilevare che in questa nota sulla capacità di un aereo si incontrano, crediamo per la prima volta, le definizioni rigorose di ben quattro distinte capacità (statica, dinamica, efficace, equivalente), le quali tutte hanno un significato fisico ben definito, ma venivano finora malamente confuse così nei testi, come nella pratica, rendendo incerti e mal confrontabili fra loro i valori numerici qua e là riportati per individuare la capacità di un aereo. E non solo le varie capacità sono definite, ma sono anche descritti ed illustrati, con esempi concreti ed interessanti, i metodi più adatti per effettuarne la misura.

Indice bibliografico.

Ci giungono spesso dai lettori, che furono a dir vero, fin troppo pazienti, richieste di notizie circa l'indice bibliografico. Compie l'anno da quando fu deciso di eliminare l'indice bibliografico dal testo del giornale, facendone una pubblicazione a sè, in fascicoli trimestrali, da inviarsi gratuitamente ai consoci che ne avessero fatto richiesta entro il Marzo passato. Se non che la crisi dell'industria tipografica della passata primavera portò incredibili ritardi e difficoltà, culminati nella dichiarazione della nostra tipografia di non potersi più occupare dell'indice! Si dovette quindi ricorrere ad altra tipografia riprendendo quasi da capo il lavoro di organizzazione. Ma possiamo ormai dire d'essere in porto: il primo fascicolo dell'indice, relativo al primo semestre 1920, sarà diramato a giorni e sarà presto seguito dal secondo, pure semestrale. Avviato così il lavoro confidiamo che la pubblicazione possa col 1921 diventare regolare e trimestrale, secondo le primitive intenzioni. Frattanto possiamo comunicare che l'indice bibliografico 1921 sarà inviato gratuitamente, oltre che ai Soci che già fecero richiesta dell'indice 1920, a tutti coloro che lo richiederanno all'ufficio centrale dell'A. E. I., entro il prossimo Febbraio.

LA REDAZIONE.

GRUPPI DI MACCHINE PER IL COLLEGAMENTO FRA RETI A FREQUENZE DIVERSE

Ing. ERNESTO VANNOTTI.

:: Comunicazione alla XXV Riunione Annuale dell' A. E. I. ::
:: :: :: :: Roma, 12-16 novembre 1920 :: :: :: ::

Il nostro Presidente Generale mi ha invitato a preparare per questa nostra riunione una relazione sul tema « Gruppi di macchine per il collegamento fra reti a frequenza diversa ». Quantunque poco di nuovo io sappia dire su questo argomento, tuttavia ho accettato l'invito, ritenendo che potrà interessare, sopratutto ai colleghi che si occupano dell'esercizio degli impianti elettrici, il passare in rassegna le soluzioni adottate oggigiorno per risolvere un problema che è divenuto di grande attualità in Italia.

Noi tutti conosciamo invero i vantaggi che deriveranno alla economia nazionale da una migliore e completa utilizzazione dei differenti impianti idroelettrici, quando questi potranno essere collegati in modo opportuno fra di loro per un reciproco scambio dell'energia: sappiamo anche che questo problema viene studiato attualmente dalle nostre maggiori aziende produttrici di energia elettrica, e che si stanno anzi progettando e costruendo delle speciali reti di collegamento fra alcune di esse.

Purtroppo i numerosi impianti a corrente alternata che si sono costruiti e si sono sviluppati anche in località vicine e magari in concorrenza, hanno caratteristiche differenti. La maggior parte di essi sorsero in tempi nei quali la frequenza da adottarsi era determinata in base a criteri troppo particolari, e, direi quasi, personali dei singoli progettisti, e raramente in considerazione della eventualità di allacciamento alle reti vicine. La tensione d'esercizio poi, venne fissata quasi esclusivamente in base all'estensione ed importanza di ogni singolo impianto.

Però, mentre la diversità delle tensioni delle reti non sembra costituire una difficoltà troppo grande per l'eventuale allacciamento di queste, la diversità delle frequenze venne ed è tuttora considerata da taluni come un ostacolo assai importante, sopratutto dal punto di vista economico. Non è il caso che io ricordi a tal proposito gli studi e le discussioni che ebbero luogo in merito all'unificazione delle frequenze. Per conto mio ritengo che l'adozione di trasformatori di frequenza per il collegamento delle differenti reti, sia, nella maggior parte dei casi, la soluzione più pratica ed economica del problema, tenuto conto dei molteplici inconvenienti e delle difficoltà che si debbono vincere nei singoli numerosi impianti degli utenti di reti enormemente estese e diffuse, quando si voglia aumentare e sopratutto ridurre la frequenza delle stesse ad una frequenza unica diversa.

Entrando nell'argomento, premetto che non parlerò dei trasformatori di frequenza statici, i quali non ci possono interessare per il collegamento delle reti. Si tratta invero di dispositivi ingegnosi, che però non hanno trovato finora altra applicazione pratica che nella telegrafia e telefonia senza fili, anche perchè i loro rapporti di trasformazione corrispondono a 2 o 3. Parlerò adunque dei trasformatori rotativi (gruppi asincrono-sincroni, gruppi sincroni e gruppi speciali) soffermandomi in modo particolare e dettagliato sui gruppi composti da due macchine sincrone, i quali vengono più comunemente adottati per il collegamento delle reti a diversa frequenza.

Osservo infine che, quando i gruppi sono composti da due macchine i cui circuiti elettrici non sono collegati fra di loro, la trasformazione oltre che nella frequenza, può essere fatta anche nella tensione e nel numero delle fasi. Io però intendo riferirmi di regola a reti e macchine trifasi, salvo pochi casi, nei quali farò speciale menzione del sistema diverso.

GRUPPO ASINCRONO - SINCRONO.

Il trasformatore di frequenza più semplice, che si presenta direi quasi spontaneamente alla mente dello studioso, è il motore a campo Ferraris. E' noto infatti che questa macchina, chiamata comunemente motore asincrono, si presta non soltanto a trasformare dell'energia elettrica in energia meccanica e viceversa, ma anche a trasformare la tensione, il numero delle fasi ed infine la frequenza fra statore e rotore, tanto che essa viene denominata anche trasformatore universale.

Consideriamo più davvicino il caso che ci interessa, della trasformazione di frequenza.

Se allacciamo lo statore alla rete, mentre il rotore è fermo, nell'avvolgimento rotorico viene indotta una f. e. m., che ha la stessa frequenza della rete. Quando il rotore gira, la frequenza di questa f. e. m. indotta varia, e precisamente, se il rotore gira nello stesso senso del campo dello statore, essa diminuirà fino a diventare zero una volta che il rotore avrà raggiunto la velocità di sincronismo. Aumentando questa velocità, con un mezzo meccanico qualsiasi, oltre il sincronismo, la frequenza della tensione indotta aumenterà, e raggiungerà nuovamente quella dello statore, quando il rotore girerà a velocità doppia della sincrona. Qualora infine la velocità venisse aumentata ulteriormente, anche la frequenza aumenterebbe proporzionalmente. Una frequenza maggiore di quella della rete si otterrà pure quando, partendo da fermo, si farà girare il rotore nel senso contrario a quello del campo dello statore.

Noi abbiamo adunque nel motore asincrono un trasformatore di frequenza abbastanza semplice, qualora noi manteniamo il rotore (mediante un motore ausiliario) alla velocità che corrisponde alla differenza fra le frequenze delle due reti che vogliamo allacciare. Bradley, dapprima, ha studiato questo sistema di macchine, che venne applicato poscia da Steimnetz per la trasformazione della frequenza.

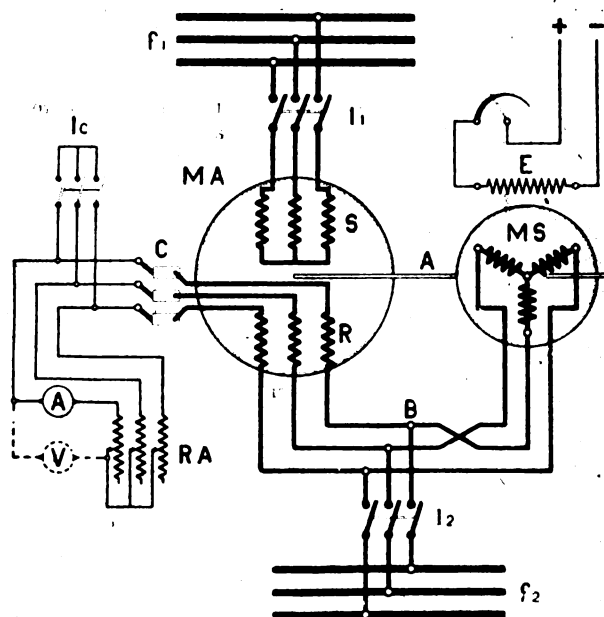



Fig. 1.

Ne riproduco lo schema nella fig. 1. M A è il motore principale a campo Ferraris, che funziona da trasformatore di frequenza. Lo statore è allacciato alla rete di frequenza f_1; il rotore è accoppiato all'albero A del motore ausiliario sincrono M S: il campo E di questi è eccitato da una sorgente esterna di corrente continua, ovvero da una eccitatrice coassiale. Tanto l'avvolgimento del rotore, che l'avvolgimento indotto del motore sincrono sono collegati alla rete di frequenza f_2.

Supponiamo che la rete f_1 debba trasmettere energia alla rete f_2 e che $f_1 > f_2$. L'avviamento del gruppo si farà nel seguente modo: Gli interruttori I_2 ed I_c essendo aperti, si chiude l'interruttore I_1 del motore principale e si manovra il reostato R A di quest'ultimo. L'avvolgimento indotto del motore sincrono M S, essendo collegato in serie coll'avvolgimento R del rotore, funziona essenzialmente come una resistenza induttiva. Quando la velocità del rotore si avvicina a quella di sincronismo del motore ausiliario M S (ciò che si può dedurre anche dalla posizione del reostato R A) si eccita questo motore. Il sincronismo sarà raggiunto, quando la corrente del rotore, indicata dall'amperometro A, sarà scesa ad un minimo: allora si potrà chiudere in corto circuito il reostato d'avviamento mediante l'interruttore I_c. (In luogo dell'amperometro A si potrà usare anche un voltmetro V in derivazione sul reostato). Si dovranno poscia sincronizzare, coi metodi noti, le frequenze f_1 f_2 delle due reti, e regolarne la tensione prima di chiudere l'interruttore di parallelo I_2.

La macchina M A resta allora vincolata alla velocità di sincronismo, che è quella in cui la frequenza nell'avvolgimento rotorico R coincide colla frequenza del motore sincrono M S. Questo gruppo, composto da un motore asincrono collegato meccanicamente ed elettricamente con un motore sincrono, viene pertanto a funzionare colle stesse caratteristiche dei gruppi sincroni, per quanto riguarda la trasmissione dell'energia fra le due reti.

Le correnti che il rotore R manda al motore sincrono M S ingenerano in questo un campo rotante. Affinchè la posizione di questo campo nello spazio corrisponda a quella del sistema polare del motore sincrono, è necessario che il senso di rotazione del campo in discorso sia opposto a quello di M S ossia del rotore R. Questa cir-

costanza è marcata nello schema mediante l'inversione di due fasi della linea che collega gli avvolgimenti di R con $M\ S$.

La tensione indotta nel rotore del motore principale non è proporzionale semplicemente al rapporto fra il numero delle spire dello statore e quello del rotore come nel trasformatore statico, bensì il rapporto di trasformazione fra la tensione di fase primaria (statore) e la secondaria (rotore) corrisponde al rapporto dei prodotti della frequenza per il numero delle spire di ogni circuito.

Di tutta l'energia che lo statore fornisce al rotore una parte, proporzionale al rapporto delle frequenze $\frac{f_2}{f_1}$ viene trasmessa (meno le perdite) alla rete f_2: il resto corrispondente al rapporto $\frac{f_1 - f_2}{f_1}$ viene trasmesso come energia meccanica all'albero A e quindi al motore sincrono $M\ S$. Questa energia è trasformata nel motore $M\ S$ in energia elettrica ed immessa direttamente (meno le perdite) nella rete f_2.

Il gruppo è reversibile, nel senso che l'energia può essere trasferita dalla rete f_2 alla f_1. In questo caso, della potenza trasmessa allo statore S e quindi alla rete f_1, una parte, proporzionale a $\frac{f_2}{f_1}$, è assorbita direttamente come energia elettrica trasformata dal rotore; il resto viene fornito al rotore stesso indirettamente dalla rete f_2 sotto forma di energia meccanica, a mezzo del motore sincrono $M\ S$. Il rotore R funziona per questa parte (proporzionale a $\frac{f_1 - f_2}{f_1}$) come generatore.

Quando il motore sincrono $M\ S$ è dimensionato convenientemente e la sua eccitazione viene regolata in modo opportuno, esso può compensare la corrente di magnetizzazione del motore principale, e far quindi funzionare il gruppo con fattore di potenza pari all'unità. Il gruppo può servire anche, entro certi limiti, come condensatore sincrono per le reti, mediante sovraeccitazione del motore $M\ S$.

Il rotore R può essere pure comandato da altro motore ausiliario che non sia sincrono, ovvero da una trasmissione meccanica. Tratterò questo caso più avanti, quando parlerò dei gruppi speciali.

Da quanto sopra detto, sia nel caso in cui il gruppo venga usato per trasformare l'energia da una frequenza più alta ad una più bassa, e che il rotore giri nel senso del campo induttore ad una velocità inferiore a quella di sincronismo, che nel caso in cui, per la trasformazione ad una frequenza maggiore, il rotore giri in senso contrario al campo dello statore, l'energia elettrica che viene trasformata in energia meccanica è eguale all'energia assorbita dallo statore moltiplicata per il rapporto $\frac{f_1 - f_2}{f_1}$. Il motore ausiliario deve essere proporzionato solo a questa potenza.

Se il motore principale ha p_R coppie di poli, e l'ausiliario ne ha p_S la velocità del gruppo sarà $n = \frac{60\, f_1}{p_R + p_1}$. Il ferro del motore principale dovrà quindi essere proporzionato non già alla velocità sincrona propria, bensì ad n, cioè ad un numero di poli pari a 2 $(p_R + p_1)$. Ciò nonostante il peso complessivo del gruppo è minore di quello di un gruppo motore-generatore, composto di due macchine costruite ciascuna per l'intera potenza da trasformare. Questo vantaggio è tanto più rilevante quanto più piccola è la differenza fra la frequenza delle due reti. Il rendimento globale del gruppo risulta un po' più alto di quello del gruppo motore generatore.

Debbo ricordare tuttavia che nella maggior parte dei casi, in cui le reti da collegare hanno una tensione alquanto elevata, occorrerà prevedere un trasformatore per la corrente del rotore, poichè, per esigenze costruttive, la tensione dell'avvolgimento rotorico dev'essere mantenuta in limiti relativamente bassi (di regola non oltre 2000 Volt).

Due reti a frequenza diversa si possono collegare anche con un altro tipo di gruppo asincrono-sincrono, composto da una macchina asincrona accoppiata meccanicamente ad una sincrona. Ogni macchina deve avere un numero di poli corrispondente alla velocità del gruppo e alla frequenza della propria rete, ed essere proporzionata alla intera potenza che si vuole scambiare fra le reti, a mezzo del gruppo stesso. Tuttavia la trasmissione dell'energia dall'una all'altra rete, è possibile soltanto se la frequenza di una almeno di esse può consentire delle variazioni corrispondenti allo scorrimento della macchina asincrona.

Il caso che si presenta più comunemente nella pratica per l'applicazione di questo tipo di gruppi, è quello di una piccola rete alimentata da un impianto idroelettrico di potenza troppo limitata per l'ulteriore sviluppo della rete stessa, e che assorbe da una rete più potente la maggiore quantità di energia che le occorre. Il gruppo considerato risolve in modo assai pratico il problema.

Converrà allacciare il motore asincrono alla rete di maggior potenza, perchè questa macchina colla sua azione, la quale, per le ragioni che dirò dettagliatamente più avanti, si può chiamare passiva in relazione agli eventuali incidenti che si verificano sulla rete, arrecherà a quest'ultima il minor disturbo. L'alternatore verrà collegato invece alla piccola rete.

Qualora il collegamento delle reti si facesse con due gruppi di pari potenza, e che alla rete di maggiore importanza non disturbasse il fatto del funzionamento di una macchina sincrona indipendente, si potrebbe allacciare a questa rete la macchina sincrona di un gruppo, e l'asincrona dell'altro gruppo. La macchina sincrona potrebbe, in tal caso, compensare il fattore di potenza dell'asincrona che funziona nella stessa rete. D'altra parte i gruppi non perderebbero nulla della elasticità dovuta allo scorrimento, la quale costituisce il principale vantaggio della regolazione automatica del carico, semprechè naturalmente, lo scorrimento dei motori asincroni funzionanti a frequenza diversa, sia identico in entrambi.

L'avviamento del gruppo si fa col motore; il reostato, sia per la maggior comodità della messa in fase dell'alternatore, che per la possibilità di ripartire convenientemente il carico con altri gruppi durante l'attacco e il distacco, dovrà essere previsto in modo da poter ottenere delle piccole variazioni di velocità dei rotori in prossimità del sincronismo.

Lo scambio dell'energia fra le due reti avviene automaticamente, e precisamente nel seguente modo: I regolatori delle turbine generatrici del piccolo impianto si tarano per una velocità regime superiore alla normale; le turbine funzioneranno allora constantemente a pieno carico, erogando la loro massima potenza alla rete. In queste condizioni, quando la richiesta di energia del piccolo impianto supera la potenza massima anzidetta, la velocità delle turbine e quindi la frequenza della rete diminuiranno; la velocità del gruppo e conseguentemente quella del rotore del motore asincrono diminuiranno parimente, e si verificherà pertanto uno scorrimento che renderà possibile il trasferimento dalla rete più potente alla piccola, della maggior quantità di energia richiesta da quest'ultima. La velocità regime, e quindi la frequenza della piccola rete nelle nuove condizioni di carico, saranno inferiori a quelle normali di quel tanto che corrisponde allo scorrimento del motore per l'energia che questo trasmette all'alternatore del gruppo. Al contrario, quando il piccolo impianto avrà esuberanza di energia, la sua frequenza aumenterà di quel tanto che occorre per trascinare il rotore del motore ad una velocità superiore al sincronismo.

Supponiamo che il motore del gruppo abbia una potenza di 500 kW e che il suo scorrimento a pieno carico sia pari al 20 %. Se la piccola rete ha una frequenza normale di 50∽, questa quando l'alternatore del gruppo assorbirà 500 kW diminuirà a 49∽ al contrario la frequenza aumenterà a 51∽ quando l'alternatore, funzionando come motore sincrono, trasmetterà 500 kW al motore e quindi alla rete di maggior potenza. Il gruppo, come si vede, è reversibile; esso provvede automaticamente allo scambio di energia fra le due reti, mentre la frequenza della piccola rete varierà fra 49 e 51∽ corrispondentemente alle variazioni di velocità del motore.

E' evidente che un funzionamento analogo si verificherebbe anche quando la macchina sincrona fosse alimentata dalla rete di maggiore potenza, e il motore asincrono dall'altra rete.

Un esempio degno di nota, riguardante l'applicazione di questo tipo di trasformatore di frequenza, lo troviamo nella sottostazione di Bardonecchia delle Ferrovie dello Stato, fig. 2. Quì sono installati tre gruppi identici, costruiti circa 10 anni or sono dal Tecnomasio Italiano Brown Boveri, e costituiti ciascheduno da un motore asincrono a 50 ∽ con 12 poli, accoppiato con un alternatore da 2000 kVA a 16-17 ∽ con 4 poli. Essi hanno servito dapprima per trasformare l'energia elettrica fornita a 50 ∽ dalla Centrale idroelettrica di Chiomonte, in corrente trifase a 16-17 periodi 3000-3600 Volt per l'alimentazione della ferrovia del Cenisio. Più tardi, dopo che questa linea potè essere alimentata coll'energia a 16-17 ∽ proveniente dagli impianti della Società Negri, con bacini di accumulazione, eseguiti nelle valli della Maira e in Val Roja, i gruppi funzionarono da collegamento fra le due reti, per un opportuno scambio di energia. Così l'energia idraulica disponibile alla centrale di Chiomonte viene ora sfruttata completamente, e gli impianti della Società Negri possono integrare le punte di carico dell'impianto a 50 ∽.

Un particolare interessante dei trasformatori di frequenza di Bardonecchia è costituito dall'accoppiamento di un volano da 50 T. (che si vede sul davanti della fig. 2 in testa a ciascun gruppo) e di un motore a collettore in serie, tipo Scherbius, che è collegato in cascata col rotore di ogni motore asincrono. E' infatti la prima volta che venne applicato agli impianti di trazione elettrica il sistema col volano, fino allora in uso negli impianti di laminatoi, allo scopo di attutire sensibilmente i disturbi che avrebbero arrecato alla Centrale di Chiomonte e quindi ai servizi di luce e forza della Città di Torino, le brusche e rapide variazioni di carico, che sono inevitabili in un grande im-

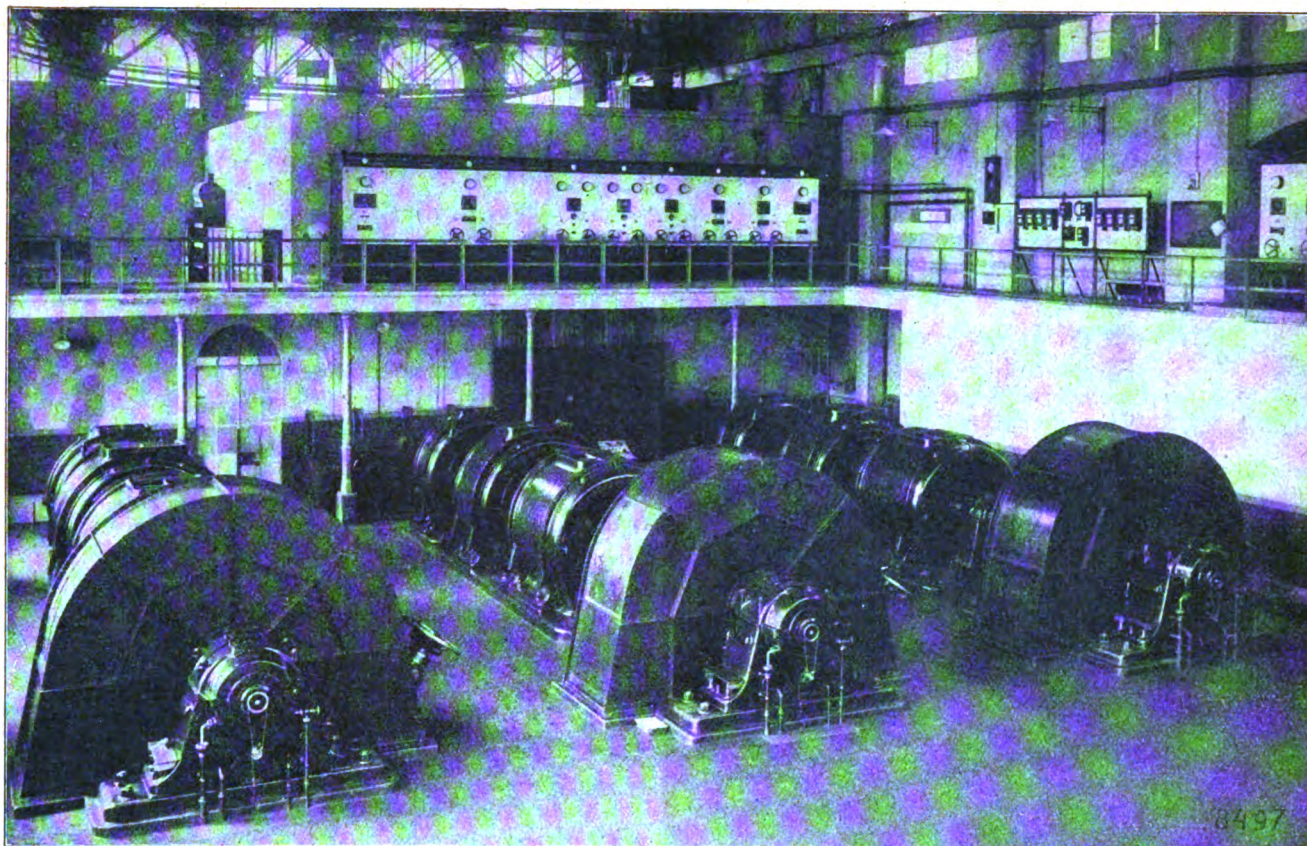



Fig. 2.

pianto di trazione elettrica ferroviaria. Con questo sistema, quando il carico della rete ferroviaria aumenta oltre un certo limite fissato da un dispositivo speciale, l'eccitazione del motore Scherbius, fornita dalla corrente del rotore, aumenta corrispondentemente al carico, e, per i fenomeni che ne derivano, la velocità angolare del motore principale e quindi del gruppo, diminuisce. L'impianto è predisposto per una diminuzione massima di velocità da 500 a 400 giri. Il volano cede per tal modo all'alternatore una parte della sua energia cinetica, accumulata durante i periodi di minor carico, in aggiunta all'energia che l'alternatore a 16-17 ∽ riceve dalla rete a 50 ∽ a mezzo del motore principale. Oltre a ciò l'alternatore riceve pure a mezzo dello stesso motore Scherbius, dell'energia in relazione alla potenza elettrica disponibile sul rotore per il maggiore scorrimento dello stesso, così come ho detto più sopra parlando del trasformatore di frequenza asincrono-sincrono. E' da notare che l'inserzione del motore a collettore Scherbius corregge sensibilmente il fattore di potenza sulla linea a 50 ∽. E poichè sono in argomento, voglio completare questa breve digressione riportando nella fig. 3 i diagrammi pubblicati dalle Ferrovie dello Stato dell'energia ricevuta ed erogata dalle ore 2,14 alle 2,21 e dalle ore 3,58 alle 4,08 del 24 settembre 1913 da due gruppi rotanti e che dimostrano l'efficacia dei volani accoppiati a questi trasformatori di frequenza.

GRUPPO SINCRONO.

E' il tipo di trasformatore di frequenza oggigiorno più comunemente in uso. Esso viene costruito anche per potenze notevoli, quali 10-15000 kW, ed è composto da due macchine sincrone accoppiate, le quali possono funzionare indifferentemente da motore o da generatrice, permettendo lo scambio di energia fra le due reti a diversa frequenza alle quali sono collegate. Il vantaggio essenziale di questo sistema risiede nel fatto che le frequenze delle due reti non vengono alterate per l'azione dello scambio dell'energia, così come si verifica invece negli altri sistemi, e che entrambe le macchine, quando siano convenientemente proporzionate e vengano sovraeccitate, possono funzionare come condensatori sincroni per migliorare il fattore di potenza delle due reti. Infine le macchine sincrone, potendo essere costruite per tensioni elevate, permettono in alcuni casi il collegamento diretto di questi gruppi alle reti ad alta tensione, senza l'intermediario di trasformatori statici.

Velocità: La velocità n (giri al 1') di una macchina sincrona è direttamente proporzionale alla frequenza f e inversamente proporzionale al numero dei poli $2p$ secondo la formula $n = \frac{60\,f}{p}$. Pertanto il numero di giri dei gruppi di collegamento di due reti a frequenza f_1 f_2 costituiti da due macchine accoppiate che hanno $2p_1$, rispettivamente $2p_2$ poli deve soddisfare all'eguaglianza $n = \frac{60\,f_1}{p_1} = \frac{60\,f_2}{p_2}$.

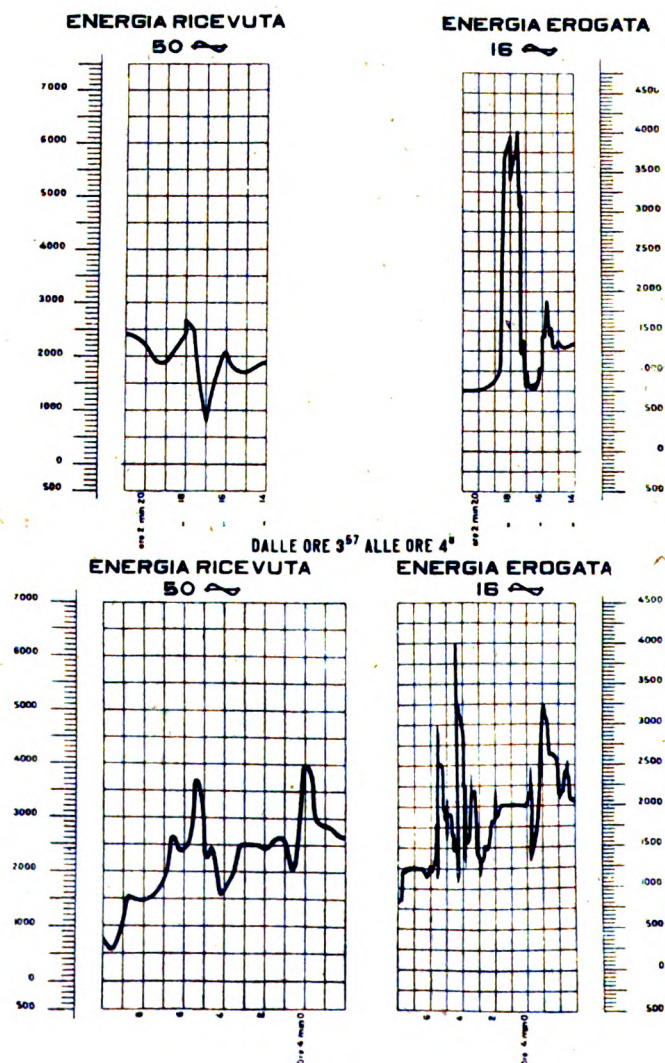



Fig. 3.

Ne consegue che il numero dei poli deve essere scelto secondo il rapporto delle frequenze.

Per le frequenze più in uso in Italia si avranno le seguenti velocità n dei gruppi:

1° Trasformatori da 50 a 40-42 periodi: (Per le frequenze 50: 42 che stanno nel rapporto 1,19 non è possibile ottenere una trasformazione esatta: soltanto i gruppi a 500 giri con 12/10 e 24/20 poli realizzano la trasformazione più prossima al rapporto esatto delle frequenze.

velocità n	=	600	500	428	375	300	250
numero dei poli	=	10/8	12/10	14/12	16/14	20/16	2120
frequenze	=	50/40	50/41,7	50/42,8	50/43,7	50/40	50/41,7

2° Trasformatori da 50 a 16,6 periodi:

velocità n	=	1000	500	333	250
numero dei poli	=	6/2	12/4	18/6	24/8
frequenze	=	50/16,6	50/16,6	50/16,6	50/16,6

3° Trasformatori da 41,7 a 16,6 periodi:

velocità	=	500	250	315
numero di poli	=	10/4	20/8	16/6
frequenze	=	41,7/16,6	41,7/16,6	45/15,8

Di regola conviene scegliere il più piccolo numero di poli, poichè a questo corrispondono macchine più veloci e quindi generalmente più piccole ed a miglior mercato. Debbo osservare tuttavia che per le frequenze indicate nella tabella, la velocità massima è relativamente bassa. Risulta infatti dalla formula che il massimo numero di giri al secondo corrisponde al massimo comune divisore delle frequenze.

Però dalla tabella noi possiamo rilevare una cosa, che cioè la velocità di 500 giri (eventualmente 250) oltre ad esser quella che meglio conviene per la trasformazione delle frequenze 50/42, si presta assai bene anche per le trasformazioni da 50 e 42 periodi alla frequenza 16,6 della rete ferroviaria. Mi sembra quindi consigliabile che nel progetto delle unità per le centrali, ci si attenga, ove possibile, a questa velocità, in previsione di eventuali accoppiamenti di altre unità a diversa frequenza. Credo che questa proposta non dovrebbe incontrare grandi difficoltà pratiche. Vedo infatti che di 88 alternatori della potenza da 3000 kVA, tuttora in costruzione ovvero già costruiti dal Tecnomasio dal principio della guerra ad oggi, la metà circa funzionano a 500 rispettivamente 504 giri, (in relazione a 50 e 42 periodi) e che fra questi ve ne sono 11 da 7000 kVA, 3 da 1200 kVA, 1 da 15000 kVA e perfino 3 da 22000 kVA cadauno, destinati a centrali che si trovano in condizioni di salto assai differenti fra loro (da 1000 a 70 m). La proposta suddetta è subordinata naturalmente alla possibilità che nelle Centrali vi sia spazio sufficiente per accoppiare un'altra unità alle nuove da installarsi.

Avviamento: Nella maggior parte dei casi, il gruppo viene avviato mediante un motore asincrono accoppiato direttamente. Questo motore deve poter sviluppare una potenza pari al 10-20 % della potenza totale del gruppo. (La cifra minore vale per i gruppi più potenti). Trattandosi di funzionamento intermittente, la grandezza del motore d'avviamento corrisponde naturalmente ad un tipo di macchina normale pari al 50-60 % circa della potenza suddetta. Per i gruppi più potenti, i cui rotori hanno un peso notevole, occorrerà munire i cuscinetti di una speciale lubrificazione da farsi sotto pressione (solitamente mediante una pompa a mano) all'atto dell'avviamento, per facilitare lo spunto.

Il motore d'avviamento viene previsto generalmente per essere alimentato tanto dall'una quanto dall'altra rete, ammesso che per entrambe si disponga di corrente ad una tensione conveniente, e quando la differenza fra le due frequenze non superi il 20 % circa della frequenza maggiore. Il numero di poli del motore corrisponderà a quello della macchina sincrona di minor frequenza. In tal caso l'avviamento si fa, di regola, alimentando il motore colla rete a maggiore frequenza, con che il gruppo può essere portato ad una velocità superiore alla sincrona. Manovrando opportunamente il reostato del motore, che dev'essere proporzionato per avviamento prolungato sotto pieno carico, ed essere regolabile per piccoli gradi, si potrà trovare la velocità sincrona che permetta di allacciare (coi metodi noti) una macchina del gruppo alla rete corrispondente. Durante questa manovra potrà tornare di qualche vantaggio di variare il carico del motore, variando l'eccitazione della macchina che sarà messa in parallelo dopo la prima.

Quando invece l'avviamento si dovesse fare colla rete a minor frequenza, nonchè in tutti quei casi in cui il motore ha un numero di poli corrispondente (per la velocità sincrona) alla frequenza della rete, si potrà raggiungere e mantenere il sincronismo del gruppo, nonostante lo scorrimento del motore d'avviamento, usando l'artificio di immettere della corrente continua nel circuito del rotore, come è indicato nello schema della fig. 4. Serviranno a tale scopo il commutatore C e la corrente dell'eccitatore E del gruppo, ovvero della rete che serve per l'eccitazione. Quando il reostato d'avviamento del motore sarà chiuso in corto circuito, e gli induttori delle due macchine sincrone non saranno ancora eccitati, per modo che il motore stesso avrà soltanto il carico dovuto alle perdite per attrito e ventilazione del gruppo, lo scorrimento sarà relativamente piccolo. La lancetta di un amperometro polarizzato A avente doppia scala positiva e negativa ed inserito su una fase del rotore, farà allora delle lente oscillazioni fra un massimo e zero, in relazione all'onda a bassissima frequenza della corrente del rotore stesso. (Durante l'avviamento, l'amperometro non darà evidentemente delle indicazioni, fintanto che la frequenza del rotore non si sarà abbassata fino a tal punto da permettere all'equipaggio di seguire le variazioni della corrente). Si potrà quindi sincronizzare il motore senza colpo di corrente, manovrando rapidamente il commutatore C nell'istante in cui la corrente i_s raggiunge un massimo negativo, in relazione alla polarità della corrente continua di eccitazione i_0 (vista dal punto C), oppure inserendo i_0 con qualche anticipo (come è indicato colla linea punteggiata nella figura), quando lo scorrimento è un po' forte. L'eccitazione dev'essere proporzionata in modo che il rotore funzioni a cos $\varphi = 1$ in relazione al suo carico.

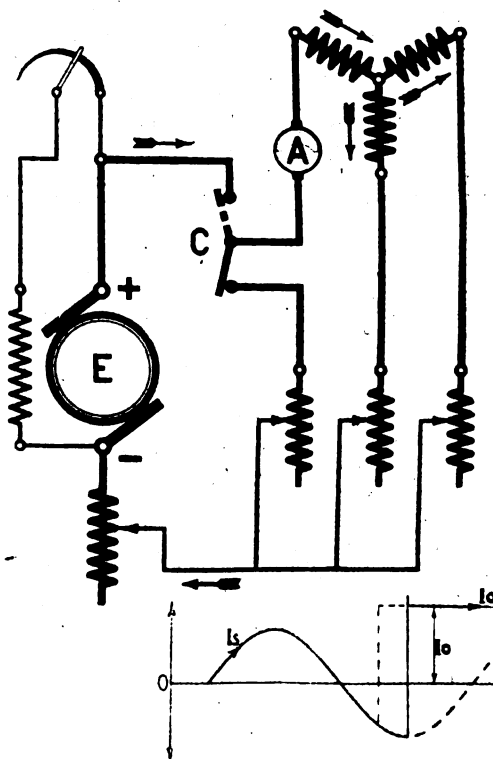



Fig. 4.

La manovra del commutatore si può eseguire anche automaticamente a mezzo di un relais influenzato da due avvolgimenti, uno dei quali è percorso dalla corrente della fase del rotore e l'altro è eccitato colla corrente continua. Questi due avvolgimenti sono proporzionati in modo che ciascheduno di essi non è in grado di far scattare da solo il commutatore; la manovra avviene soltanto quando l'azione dei due si somma.

Occorrerà talvolta manovrare il commutatore C, nel senso di levare l'eccitazione, allo scopo di far slittare il motore di un polo, per una o più volte, onde raggiungere la giusta posizione dei poli della macchina sincrona, che si deve mettere in parallelo colla rete, come dirò più dettagliatamente in seguito.

Quando le macchine del gruppo sono collegate alle reti mediante dei trasformatori di tensione, si potrà munire questi di una presa ausiliaria, la quale permetta di ridurre la tensione d'alimentazione delle macchine del gruppo a 1/3–1/2 del valore normale. Con tale tensione, applicata direttamente all'indotto di una di queste macchine, si potrà avviare la stessa come un motore asincrono, e ciò in relazione alle correnti che vengono indotte nel campo magnetico. Questo metodo d'avviamento provocherà sulla rete d'alimentazione una richiesta massima di corrente la quale, di regola, supererà di poco la corrente di pieno carico della macchina, ove naturalmente, per i gruppi di grande potenza, si provveda alla lubrificazione dei perni con olio sotto pressione, come ho accennato più sopra.

Principalmente quando le macchine del gruppo hanno le espansioni dei poli lamellate, converrà munire le stesse di avvolgimenti di rame messi in corto circuito, per facilitare l'avviamento come motore asincrono. Questi avvolgimenti servono poscia nel funzionamento normale del gruppo, come circuiti smorzatori per i moti pendolari. Debbo osservare però che le correnti indotte nelle espansioni polari, ingenerano calore: pertanto, nell'eventualità di successivi avviamenti a breve intervallo, converrà prevedere per le spire in prossimità delle espansioni, un materiale isolante che possa resistere a temperature più elevate che d'ordinario.

Durante l'avviamento secondo il sistema in discorso, vengono indotte negli avvolgimenti dei poli delle forti tensioni (qualche migliaio di volt). Le spire di questi avvolgimenti, nonchè gli organi di presa della corrente d'eccitazione, debbono essere pertanto convenientemente isolati. Così pure occorre prevedere delle protezioni per evitare che il personale possa venire a contatto con questi organi durante il periodo dell'avviamento.

Il circuito d'eccitazione stesso verrà chiuso su resistenze, ovvero in corto circuito; si diminuisce con ciò in una certa misura la tensione indotta, e si aiuta d'altra parte l'avviamento nella sua prima fase. Siccome però il campo magnetico rappresenta in questo caso un rotore monofase, così occorre, di regola, aprire il circuito d'eccitazione quando la macchina avrà raggiunto la mezza velocità di sincronismo, per evitare che la stessa, in relazione al fenomeno noto dei motori polifasi aventi un rotore monofase, non possa superare la velocità anzidetta.

Converrà talvolta, e sempre in relazione a questo fenomeno, munire l'induttore di un avvolgimento a gabbia di scoiattolo, anche nell'intero spazio fra le espansioni polari.

Quando la macchina avrà quasi raggiunto il sincronismo, essa verrà eccitata. L'eccitazione si deve aumentare generalmente fino a quella corrispondente al funzionamento normale per $\cos\varphi = 1$ a vuoto, e poscia il trasformatore potrà essere commutato sulla piena tensione d'esercizio. Si ridurrà in tal modo ad un minimo il colpo di corrente che si produce al momento della commutazione. Sempre nell'intento di limitare il colpo di corrente anzidetto, la Brown Boveri usa dei commutatori speciali, mediante i quali le fasi della macchina sincrona vengono allacciate successivamente l'una dopo l'altra alla piena tensione della rete e funziona durante la commutazione come motore sincrono monofase.

nee d'alimentazione, e, una volta che un alternatore avrà il sincronismo, esso verrà allacciato alla sua rete. Per mettere in parallelo il secondo alternatore quando il rapporto delle frequenze delle due reti non corrisponde esattamente al rapporto dei numeri dei poli delle due macchine del gruppo, occorre naturalmente agire in modo opportuno sugli organi di regolazione dei gruppi idraulici o termici di qualcuna delle reti.

La macchina allacciata alla rete la cui frequenza tende ad accelerare, funzionerà allora da motore e trasmetterà l'energia all'altra macchina; questa funzionerà da generatrice sulla seconda rete. Il gruppo è perfettamente reversibile; per modo che, col suo mezzo, l'energia si trasmetterà automaticamente dall'una all'altra rete, a seconda che la frequenza dell'una tende ad accelerare ovvero a ritardare in confronto della frequenza dell'altra.

Qualora occorresse accoppiare un secondo gruppo al primo, che funziona a carico, la messa in parallelo non si può più compiere nel modo così semplice, come descritto più sopra. Lo stesso dicasi quando si volesse accoppiare un terzo od altri gruppi, sia che questi si trovino nella stessa ovvero in differenti stazioni di collegamento fra le due reti, situate in altri punti a distanza.

Devo osservare innanzitutto che la messa in parallelo a vuoto dei due gruppi non si può eseguire che in determinate posizioni. Infatti, mentre una macchina sincrona eccitata si può accoppiare ad una rete in differenti posizioni del rotore il cui numero è eguale al numero delle coppie di poli, pel gruppo composto di due macchine rigidamente accoppiare esistono soltanto poche posizioni della parte rotante, che permettono di allacciare le macchine alle due reti, e precisamente il numero di queste posizioni corrisponde a quante volte i numeri di poli delle due macchine sono divisibili per fattori primi eguali.

Mi spiegherò meglio con un esempio. La Società Edison di Milano ha installato nella Centrale idroelettrica di Robbiate sull'Adda (che genera essenzialmente energia elettrica a 42 ∽) due gruppi doppi a 42 e 15,8 ∽ (figura 5). Ognuno di questi gruppi è costituito da una turbina T da 7000 HP a 315 giri, da un alternatore trifase I da 6000 kVA a 16 poli e 15,8∽ e da un alternatore II 5850 kVA a 6 poli e 15,8∽ che sono tutti accoppiati rigidamente fra di loro. Questi gruppi servono non solo a generare dell'energia a 42 e 15,8 ∽ ma anche come collegamento fra la rete della Società Edison e la rete ferroviaria della linea Monza-Lecco-Colico. Quest'ul-

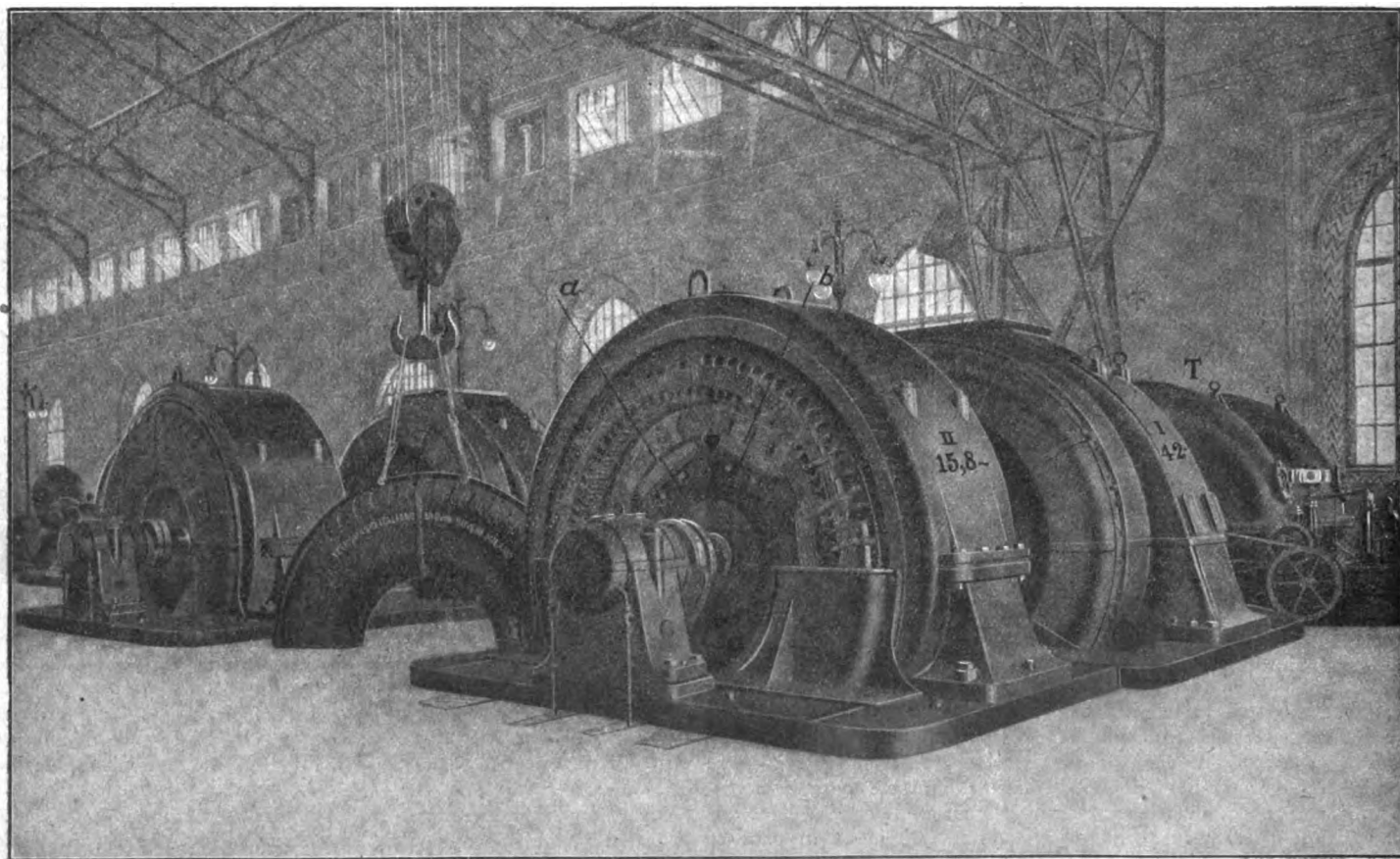



Fig. 5.

Messa in parallelo: La messa in servizio di un solo gruppo non presenta delle speciali difficoltà. La tensione delle due macchine viene regolata in modo che essa corrisponda a quella delle rispettive li-

tima è alimentata pure dalla Centrale di Morbegno delle Ferrovie dello Stato a 15,8 . Siccome i numeri dei poli 16 e 6 delle due macchine sono divisibili una volta sola per lo stesso fattore primo comu-

ne 2, così, quando le reti sono collegate mediante un gruppo, si potrà accoppiare il secondo gruppo in parallelo soltanto in una determinata posizione delle ruote polari.

Questa posizione è indicata schematicamente nella fig. 6. Le corone polari delle macchine sono rappresentate con cerchi concentrici: A_1 è la corona a 16 e C_1 quella a 6 poli del primo gruppo: A_2 e C_2 sono le corone a 16 rispettivamente a 6 poli del secondo gruppo. I poli nord di ogni corona sono raffigurati con frecce che vanno dal centro verso la periferia, e quelli sud con frecce in senso opposto verso il centro; B_1 è una bobina di riferimento dell'alternatore a 42 ∽ del primo gruppo; B_2 è la bobina simile ed in posizione identica del secondo gruppo. Gli assi di riferimento N_1 n_1 dei due gruppi si sovrappongono e sono indicati con una linea punteggiata.

Ogni corona a 16 poli potrebbe essere accoppiata alla sua rete in 8 posizioni differenti; ogni corona a 6 poli, in 3 posizioni. Siccome però i due sistemi di corone sono collegati rigidamente fra di loro, così, essendo 8 e 3 due numeri primi, si ha un'unica posizione in cui sia possibile l'accoppiamento di entrambe le corone di un gruppo alle reti che funzionano già collettivamente in parallelo a mezzo dell'altro gruppo.

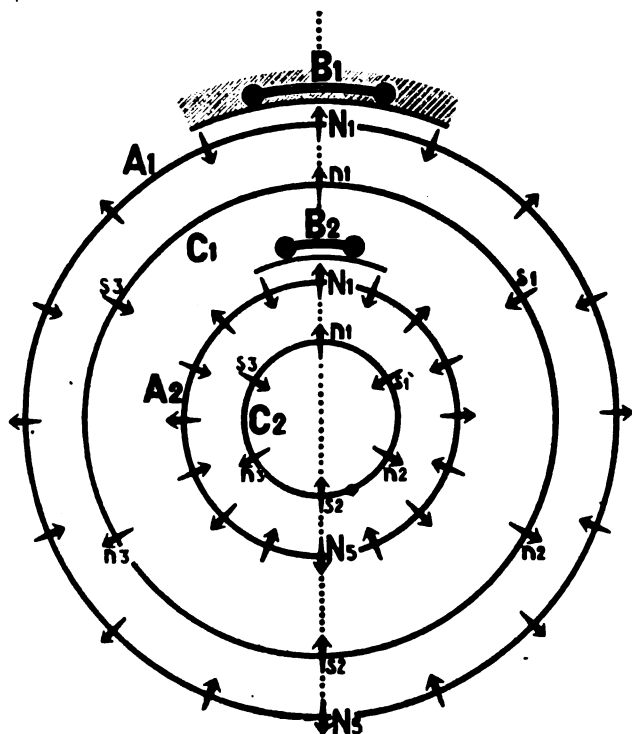



Fig. 6.

Qualore infatti (mentre le due reti sono collegate con un primo gruppo a vuoto) si allacciasse l'alternatore a 6 poli del secondo gruppo alla rete a 15,8 ∽ nella posizione della fig. 7, la posizione dei poli dell'alternatore a 42 ∽ di questo gruppo risulterebbe spostata di un angolo α rispetto all'asse delle bobine dell'indotto. Lo stesso si verificherebbe quando il palo n_1 della corona C_2 si accoppiasse alla rete nell'altra posizione corrispondente a n_3 della corona C_1.

Similmente per i gruppi indicati nella tabella riportata più sopra con riferimento alla velocità di rotazione quelli che hanno i rapporti del numero di poli 10/8, 12/10, 14/12, 16/14, 6/2, 10/4 e 16/6 si potranno allacciare alle reti in una unica posizione; quelli coi rapporti 20/16, 12/4 e 20/8 in due posizioni, e infine il gruppo col rapporto 24/8 in 3 posizioni, poichè questi due numeri contengono 3 volte lo stesso fattore primo 2.

E' evidente che, quando si rovesciasse la polarità dell'eccitazione e quindi quella del campo delle macchine, così come occorre di fare talvolta quando una macchina sincrona viene avviata come motore asincrono, il numero delle posizioni anzidette aumenterebbe di una unità.

Per facilitare la messa in parallelo delle macchine nella giusta posizione, converrà disporre sull'albero di ciascheduna un contatto isolato (ovvero altro simile congegno) che corrisponda alle posizioni sincrone dei gruppi indicate nella fig. 6 colle lettere N_1 n_1. Questi contatti verranno inseriti nei circuiti che servono alla messa in fase.

Nella centrale di Robbiate fig. 5, i contatti in discorso chiudono, nella posizione sincrona delle ruote polari dei due gruppi, il circuito di una lampada, la quale serve come segnale per la manovra dell'interruttore della macchina che si deve collegare alla rete. I contatti si possono anche inserire nel circuito di manovra elettrica dell'interruttore. Premendo il bottone di comando di questo circuito nel momento in cui le lampade o i volmetri di fase, ovvero il sincronoscopio, indicano che la macchina ha raggiunto il sincronismo, il circuito verrà chiuso completamente facendo funzionare automaticamente l'interruttore soltanto se e quando le ruote polari del gruppo a vuoto e quelle di un gruppo già in carico avranno raggiunta la posizione sincrona, ossia quando i contatti di cui sopra si troveranno sull'asse N_1 n_1 della fig. 6.

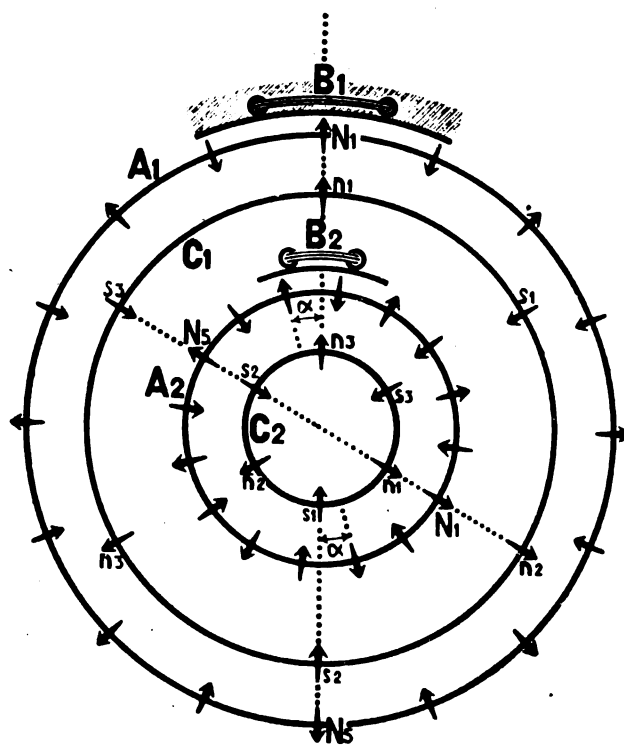



Fig. 7.

La Brown Boveri ha studiato un dispositivo per la messa in parallelo automatica delle macchine sincrone. Questo dispositivo è costituito essenzialmente da un apparecchio (fig. 8) simile al noto tipo dei regolatori rapidi di questa ditta. La fig. 9 ne riproduce lo schema che, per semplicità, è riferito soltanto alle macchine a frequenza f_2 di due gruppi A e B; la messa in parallelo automatica si può anche eseguire fra le sbarre collettrici f_2 e la linea esterna C della rete f_2 in previsione del caso che l'interruttore di linea si apra mentre i due gruppi A e B funzionano ancora in parallelo. Il contatto mobile

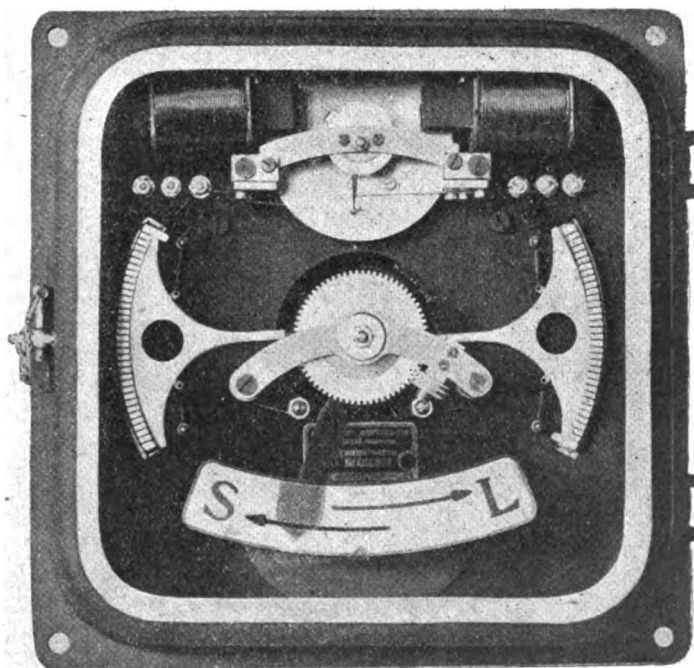



Fig. 8.

m. è disegnato per l'alternatore A nella posizione sincrona $N_1\ n_1$ e in diversa posizione per l'alternatore B. Quando si tratta di mettere in parallelo un solo alternatore colla rete f_2 che non è ancora collegata alla rete f_1 il circuito del contatto m viene messo in corto circuito dall'interruttore XI, con che l'apparecchio può funzionare normalmente senza il vincolo della messa in parallelo nella posizione sincrona $N_1\ n_1$.

Le frecce segnate nello schema si riferiscono al senso della corrente in sincronismo nel momento di un massimo positivo della fase chiusura del contatto e quindi la manovra dell'interruttore a mezzo di un relais ausiliario IV.

Se non si dispone di questi sistemi ovvero di altri analoghi, ma si hanno soltanto i soliti apparecchi di messa in parallelo, occorrerà talvolta far slittare il motore (ossia la prima macchina del gruppo che viene allacciata) staccandola un istante dalla rete, ovvero rovesciandone la polarità del campo. Ad ogni rovesciamento il motore slitterà di un passo polare. Queste manovre si dovranno ripetere tante volte quante occorrano per raggiungere la giusta posizine del parallelo.

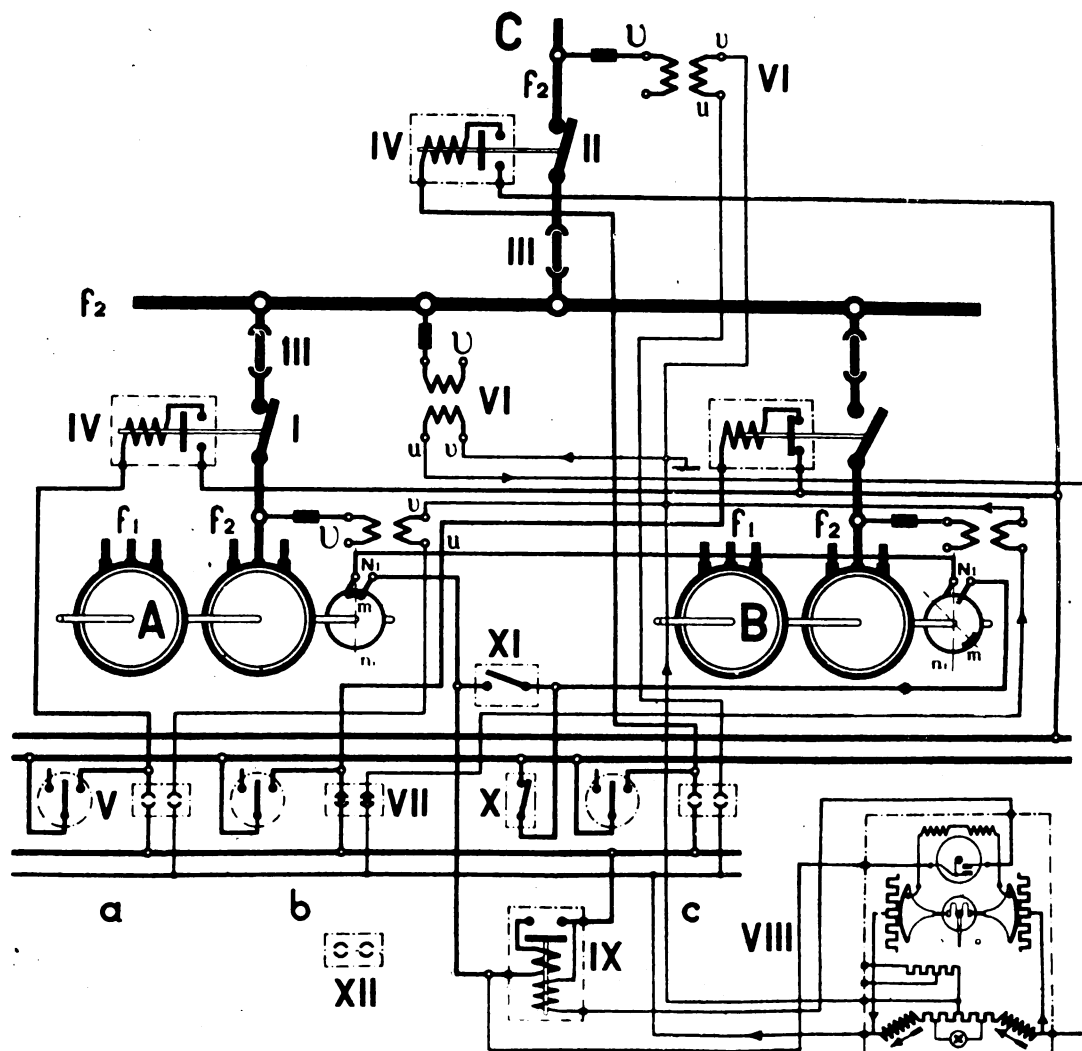



Fig. 9.

considerata. Un'unica spina mobile, che si conserva in XII una volta che l'apparecchio è fuori servizio, serve a far funzionare quest'ultimo per la messa in parallelo di A, B o C quando essa vien posta nelle posizioni a, b ovvero c.

Le bobine del sistema attivo (disegnate in basso nello schema) sono collegate a mezzo della spina mobile anzidetta, da una parte alla tensione trasformata dalle sbarre collettrici, e dall'altra a quelle dell'alternatore o della linea da mettersi in parallelo. Fintanto che esiste una differenza di frequenza, il tamburo mobile (a campo Ferraris) del regolatore oscilla fra due posizioni estreme: una lampadina combinata con un indice mobile (che si vede nella parte inferiore della fig. 8) permette di conoscere se la velocità del gruppo dev'essere aumentata o diminuita.

Le oscillazioni diminuiscono di rapidità man mano che le due frequenze si avvicinano, e tendono a scomparire quando le frequenze sono eguali. Fin che esiste una differenza di fase, il sistema attivo produce una deviazione dei settori di contatto, che si trovano al centro dell'apparecchio, dalla loro posizione intermedia. Questo spostamente del punto di contatto produce un aumento della resistenza inserita ovvero una diminuzione della stessa, e quindi una variazione della corrente che passa nel relais ad azione ritardata che si vede in altò dell'apparecchio. Quando si verifica la coincidenza delle fasi, il sistema attivo non genera più nessuna coppia, e una molla antagonista riconduce i contatti nella loro posizione intermedia: se le due frequenze sono pressochè uguali, allora questa posizione intermedia permarrà un tempo sufficientemente lungo da permettere al relais la

lo. Il numero di queste manovre potrà essere ridotto rovesciando contemporaneamente anche la polarità dell'altra macchina (alternatore) che si deve ancora collegare alla propria rete.

Quando l'avviamento vien fatto con un trasformatore abbassatore collegato per tensione ridotta (come dissi più sopra), converrà eccitare debolmente il campo del motore e procedere alle manovre di inversione di polarità prima di mettere la piena tensione.

All'infuori di quanto ho fin qui esposto al riguardo della messa in parallelo dei trasformatori sincroni di frequenza, occorre considerare la circostanza assai importante, che cioè il rotore di un alternatore si sposta in avanti in confronto dell'onda della f. e. m. ai morsetti, col crescere del carico. Similmente il rotore di un motore sincrono in carico ritarda in confronto della posizione a vuoto rispetto all'onda della f. e. m.

Vogliamo studiare attentamente questo fenomeno, che interessa così da vicino il nostro problema.

In un alternatore che funziona a vuoto, il valore massimo della f e m è raggiunto quando i poli si trovano, rispetto alle bobine dell'indotto, nella posizione rappresentata schematicamente dalla fig. 10, che chiamerò posizione sincrona. In questa, l'ordinata massima dell'onda della f. e. m. (quale per la marcia a vuoto, corrisponde alla tensione E ai morsetti della macchina) coincide coll'asse del polo, e col foro nel quale si intende concentrato idealmente il lato di una bobina B dell'indotto. In condizioni analoghe si trova il motore sincrono, quando funziona a vuoto, fatta astrazione dalle perdite.

Quando l'alternatore è in carico, l'ordinata massima dell'onda della f. e. m. E ai morsetti, non coincide più con quella della f. e. m.

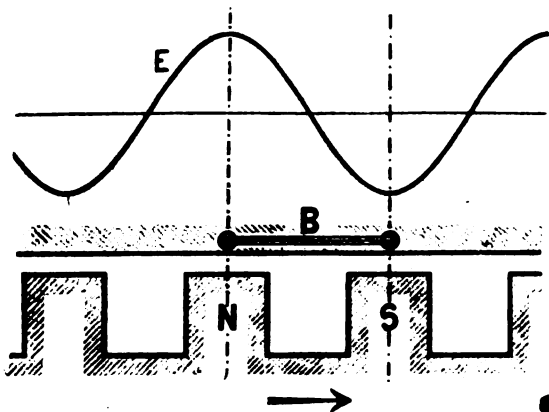



Fig. 10.

interna e_0 generata nella posizione sincrona, ma è spostata rispetto a questa di un angolo α in ritardo, ed il suo valore efficace è inferiore a quello di E. D'altrettanto è pure spostata l'onda I della corrente, quando il carico non è induttivo, come è disegnato nella

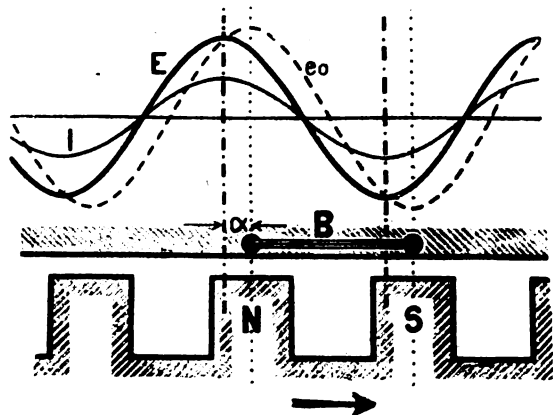



Fig. 11.

fig. II. Per un fattore di potenza $\cos \varphi < 1$, lo spostamento dell'onda I rispetto ad e_0 corrisponderà ad $\alpha \pm \varphi$.

Possiamo spiegarci il fenomeno considerando il diagramma vettoriale della fig. 12. Suppongo un carico induttivo dell'alternatore, per cui il vettore I della corrente è in ritardo dell'angolo φ sul vettore E della f e m ai morsetti. Sappiamo innanzitutto che la corrente che circola nell'avvolgimento dell'indotto, produce un flusso demagnetizzante sul campo dell'induttore. Una parte Φ'' di questo flusso antagonista attraversa i poli e la corona dell'induttore; esso è quindi concatenato col circuito di eccitazione e induce una f. e. m. e_s'' nella stessa direzione della f. e. m.; e_s'' può quindi essere sommato algebricamente con e_0. L'altra parte Φ''' del flusso antagonista si chiude nel traferro; l'ordinata massima della sua f. e. m. corrisponde alla

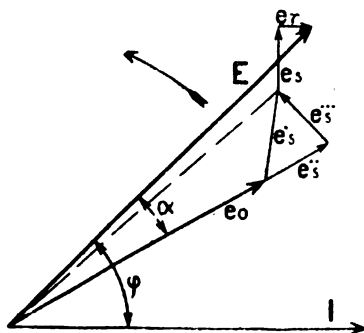



Fig. 12.

mediana fra gli assi dei poli, ed è pertanto spostata di 90 in confronto dell'onda della f. e. m. del flusso Φ''; essa induce quindi una f. e. m. e_s''' in quadratura sulla e_0. La risultante e_s' diminuisce il vettore e_0 e lo sposta in e. Il flusso totale effettivo che attraversa l'indotto, non corrisponde quindi più alla posizione sincrona del flusso (il quale induce idealmente la f. e. m. e_0), ma ne è spostato dell'angolo δ in ritardo. La f. e. m. risultante è diminuita alla sua volta dalla caduta di tensione propria dell'avvolgimento indotto, in relazione all'impedenza del circuito, e che possiamo scomporre in due componenti. L'una e_s è dovuta al flusso di dispersione che si chiude nel ferro dell'indotto e attraversa il traferro, intorno ai fori delle bobine. E' quella tensione che si può misurare direttamente, mandando la corrente I nell'indotto, quando l'induttore ne è stato allontanato, tenendo naturalmente debito conto della caduta ohmica dell'avvolgimento. Essa è dovuta alla reattanza del circuito e il suo vettore è quindi spostato di 90 sulla direzione di I. L'altra componente e_r in fase con I, rappresenta la caduta di tensione dovuta alla resistenza effettiva del circuito (perdite per la resistenza ohmica dell'avvolgimento, e per correnti parassite indotte nel sistema polare e nelle parti metalliche dell'armatura). Il vettore della f. e. m. E risultante, e l'onda che gli corrisponde, sono adunque spostati dell'angolo α in ritardo su e_0, cioè sull'onda ingenerata a vuoto nella posizione sincrona.

Pel motore sincrono vale un ragionamento analogo, osservando tuttavia che, siccome la corrente ha una direzione contraria alla f. e. m. indotta dal campo, il vettore e_0 è minore ed in ritardo sul vettore E della f. e. m. ai morsetti, dell'angolo φ, come appare dalla fig. 13, che, per analogia colla fig. 12, ho disegnato supponendolo sottoeccitato e quindi funzionante col vettore I in ritardo dell'angolo φ rispetto al vettore E.

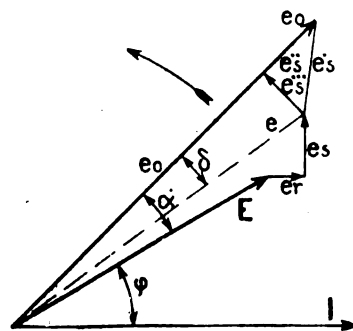



Fig. 13.

L'angolo α varia solitamente fra 10 e 35 gradi elettrici a seconda delle caratteristiche della macchina e delle condizioni di funzionamento ($\cos \varphi < 1$). Negli alternatori di Robbiate (fig. 5) esso corrisponde, per funzionamento con $\cos \varphi = 1$, a 1/6 circa dell'angolo formato dagli assi a b di due poli consecutivi; per $\cos \varphi = 0{,}75$ ad 1/12 circa dell'angolo anzidetto.

Consideriamo ora due reti a diversa frequenza f_1 f_2 collegate mediante un gruppo I composto da due macchine snicrone (fig. 14). La rete f_1 manda energia nella rete f_2. La macchina allacciata alla prima funziona pertanto da motore, e, in relazione a quanto suesposto, il vettore E_1 della rete sarà spostato in anticipo di α gradi elettrici in confronto della posizione sincrona, ossia del vettore e_1 della f. e. m. interna. La macchina allacciata alla rete f_2 funziona invece da generatore, e il vettore E_2 della f. e. m. di questa rete sarà spostato di β gradi elettrici in ritardo, in confronto del vettore e della f. e. m. interna.

Nella fig. 14, l'asse polare di due poli di riferimento N_n dei due induttori, che sono collegati rigidamente dagli alberi a' a'', è disegnato nella posizione sincrona rispetto al foro B_1' B_2' rispettivamente B_1'' B_2'' di una bobina di riferimento degli indotti.

Se si accoppia la macchina a frequenza f_1 (motore) di un secondo gruppo II identico alla rete f_1 e si eccita l'altra macchina (generatore), il vettore e_2 della f. e. m. di questa a vuoto, risulterà evidentemente spostato in ritardo di $\gamma = \frac{f_2}{f_1} \alpha + \beta$ gradi elettrici in confronto del vettore E_2 della f. e. m. della rete f_2. L'angolo γ è la risultante degli angoli α e β delle due macchine, riferiti al generatore; α deve essere quindi moltiplicato pel coefficiente $\frac{f_2}{f_1}$ onde tener conto del fatto che il passo polare del motore corrisponde a $\frac{f_2}{f_1}$ volte quello del condensatore.

Le onde delle f. e. m. delle due reti accoppiate risultano pertanto spostate fra di loro di tanti gradi elettrici quanti corrispondono all'angolo γ, riferito alla rete f_2, e ad un altro piccolo angolo ψ dovuto alla torsione elastica che subisce a carico l'organo meccanico di accoppiamento delle due macchine del gruppo I. Lo spostamento angolare ψ, il quale agisce nello stesso senso dello spostamento dovuto alla reazione degli indotti, risulta praticamente trascurabile in confronto di γ. Occorre invece che il calettamento delle ruote sia fatto in modo rigorosamente esatto, per non introdurre altri coefficienti che possono turbare il funzionamento dei gruppi in parallelo.

Chiudendo l'interruttore del generatore del gruppo *II*, si produrranno evidentemente delle forti correnti di egualizzazione fra le macchine dei due gruppi. Queste correnti, agendo come freno nel generatore *II*, e corrispondentemente come forza d'accelerazione sul generatore del gruppo *I*, determineranno la coppia necessaria per far assumere alle parti rotanti dei due gruppi una identica posizione relativa rispetto ai vettori delle f. e. m. E_1 E_2 delle due reti. Con altre parole, e supposto che l'eccitazione sia eguale nelle macchine corrispondenti dei due gruppi, questi assumeranno ciascheduno metà del carico totale antecedente, e i loro sistemi polari avranno un eguale spostamento rispetto ai vettori E_1 E_2. Tutto ciò presuppone che le forti correnti che si stabiliscono alla chiusura dell'interruttore sopradetto e che disturberanno naturalmente le due reti suscitando altresì dei moti pendolari fra le macchine, non facciano scattare gli interruttori automatici dei gruppi e non danneggino comunque gli avvolgimenti delle armature.

Fig. 14.

Ho detto che la ripartizione del carico totale sui due gruppi sarà uniforme, avendo supposto delle macchine eguali ed eccitate in modo identico. Più complessa è la cosa quando le macchine dei gruppi hanno delle caratteristiche costruttive differenti. Gli sfasamenti α e β suaccennati non variano infatti proporzionalmente al carico, bensì secondo la variazione dell'impendenza totale interna delle macchine. Quindi, quelle che hanno una caduta interna di tensione minore assumeranno un carico maggiore e viceversa, per modo che l'angolo γ di spostamento risultante dalle due macchine di ogni gruppo sia eguale per ambedue e ingeneri per tutti i gruppi funzionanti in parallelo. Questi sono allacciati infatti a due reti, le cui f. e. m. hanno appunto questo angolo γ di spostamento relativo.

L'impedenza totale interna delle macchine come appare dai diagrammi vettoriali delle fig. 12 e 13, dipende da un complesso di differenti fattori. Così, per quanto riguarda il flusso di reazione dell'indotto (caduta e_a'), entrano in giuoco il grado di saturazione della macchina, la variazione del traferro dal centro all'estremità dell'espansione polare, la forma di questa e il rapporto fra il suo arco e quello del passo polare: l'impedenza propria del circuito dell'armatura (cadute e_s e_r) è influenzata dalla forma dei fori e dei denti entro i quali è montato l'avvolgimento, dalla circostanza che questi fori o canali sono chiusi ovvero più o meno aperti verso il traferro, dal carico lineare specifico di corrente per cm di circonferenza dell'armatura,, dal tipo dei conduttori (massicci, sezionati o a corda) e in genere dalla costruzione del circuito stesso e degli amarraggi delle bobine. Infine la forma dell'onda della corrente e il fattore di potenza del carico influiscono sui coefficienti suaccennati.

Pertanto, qualora si voglia ottenere una ripartizione di carico uniforme sui differenti gruppi, occorre studiare accuratamente le caratteristiche delle macchine che li compongono, e ciò sopratutto quando si tratta di macchine di differente tipo e costruzione.

Se queste caratteristiche non permettono una ripartizione uniforme del carico, si potrà ovviare all'inconveniente prevedendo i dispositivi meccanici od elettrici, — ai quali accennerò in seguito parlando dei sistemi da adottarsi per correggere lo sfasamento, — in modo che essi consentano in ogni momento una regolazione a mano od automatica. Questa osservazione si riferisce anche al caso di gruppi costituiti da macchine identiche, ma situati a distanza in differenti punti di contatto delle due reti. Infatti l'impedenza delle reti di collegamento dei gruppi influisce in molti casi sullo sfasamento che ci interessa, per ragioni analoghe a quelle esposte più sopra a proposito dello spostamento interno di fase delle macchine sincrone.

(*Continua*)

SULLA MISURA DELLA CAPACITÀ DEGLI AEREI RADIOTELEGRAFICI

G. PESSION

1. — Se si distacca un aereo r. t. dall'isolatore di ingresso della Stazione, lo si riduce ad un assieme di conduttori elettrici connessi tra loro e isolati completamente dalla terra (Fig. 1).

Se a questo sistema di conduttori si comunica una carica elettrica Q, ed il suo potenziale rispetto alla terra diviene allora V, potremo dire che la *capacità statica* dell'antenna rispetto alla terra è data da

$$C_s = \frac{Q}{V} \tag{1}$$

e l'energia elettrostatica ad essa associata è

$$W_e = \frac{1}{2} C_s V^2 \tag{2}$$

Quando si parla di capacità statica di una antenna, è necessario specificare in quali condizioni si trova l'antenna, alla quale il dato enunciato si riferisce, giacchè, essendo le capacità di antenna, in genere, piccole (da qualche decimillesimo a qualche decina di millesimi di microfarad), le capacità dei vari organi aggiunti e dei fili di connessione possono non essere trascurabili.

2. — Possiamo considerare, per contro, l'antenna connessa alla terra, direttamente od attraverso le induttanze di sintonizzazione, necessarie per regolare la sua lunghezza d'onda durante il servizio.

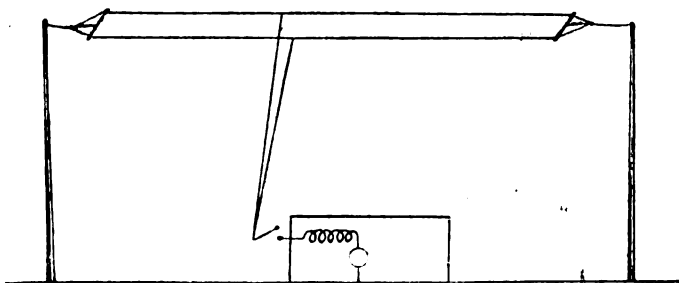



Fig. 1.

Immaginiamo di porre in oscillazione il circuito oscillatorio così formato col suo periodo fondamentale.

Ad un istante t avremo sull'antenna una quantità ben determinata di elettricità q, ma il potenziale rispetto alla terra varierà da punto a punto, e precisamente andrà crescendo dalla presa di terra verso gli estremi isolati.

La definizione più sopra data di capacità perde ogni significato, perchè l'antenna non ha più un potenziale unico, ma potenziali diversi nei diversi punti.

Potremo, per convenzione, chiamare *capacità dinamica* dell'antenna relativa al tempo t il rapporto

$$[3] \qquad C_d = \frac{q}{v_{max}}$$

in cui q è la carica elettrica esistente sull'antenna al tempo t e v_{max} è il più grande valore istantaneo del potenziale sull'antenna al tempo t.

E' bene osservare subito, che, occorrendo calcolare la quantità di energia elettrostatica associata all'antenna al medesimo istante t, cui si riferiscono q e v_{max}, non si può applicare la relazione

$$[4] \qquad W_e = \frac{1}{2} C_d v^2_{max}$$

Per calcolare l'energia occorre fare un'altra convenzione ed il valore C_e che soddisfa alla relazione

$$[5] \qquad W_e = \frac{1}{2} C_e v^2_{max}$$

sarà, in genere, diverso da C_d.

Man mano che l'onda propria del sistema antenna - induttanza - terra si allunga rispetto all'onda naturale della sola antenna, la distribuzione del potenziale nell'antenna tende a divenire uniforme, per modo che la capacità dinamica tende, col crescere dell'onda, alla capacità statica.

E' anche chiaro, che la capacità dinamica relativa alla oscillazione libera fondamentale di una antenna, lungo la quale sia lecito ritenere che corrente e potenziale abbiano una distribuzione armonica, è

$$[6] \qquad C_d = \frac{2}{\pi} C_s$$

Per contro la capacità dinamica corrispondente alla oscillazione libera fondamentale di una antenna, nella quale la capacità sia praticamente tutta concentrata in un sistema di conduttori o in un reticolato superiore («flat top»), ed il filo di discesa abbia una capacità distribuita trascurabile, è

$$[7] \qquad C_s = C_d$$

Nelle antenne della pratica il rapporto della capacità dinamica a quella statica sarà, quindi, compreso tra $\frac{2}{\pi}$ e 1.

3. — Si può anche considerare la capacità di una antenna in oscillazione da un altro punto di vista.

Possiamo scrivere che, in ogni istante, durante le oscillazioni, è osservata la legge della conservazione dell'energia.

Definiremo come *capacità efficace* C_e ed *autoinduzione efficace* L_e due parametri che moltiplicati rispettivamente per $\frac{1}{2} v^2_{max}$ e $\frac{1}{2} i^2_{max}$ istantanei diano rispettivamente la misura dell'energia elettrostatica ed elettromagnetica all'istante t, cui sono relativi i valori istantanei v_{max} ed i_{max}; v_{max} e i_{max} sono i più grandi valori del potenziale della corrente esistenti sull'antenna al tempo t e si riferiscono, naturalmente, a due punti diversi dell'antenna stessa.

Definiremo similmente come *resistenza efficace* dell'antenna un altro parametro R_e, che moltiplicato per i^2_{max} dia la misura della potenza dissipata all'istante t cui si riferisce i_{max}.

L'equazione che esprime la legge della conservazione della energia diviene allora

$$[8] \qquad \frac{d\,\frac{1}{2} C_e v^2_{max}}{dt} + \frac{d\,\frac{1}{2} L_e i^2_{max}}{dt} + R_e i^2_{max} = 0$$

Se C_e, L_e, R_e e la capacità dinamica C_d più sopra definita sono indipendenti da v e quindi da t la [8] diviene

$$[9] \qquad \frac{d^2 v}{dt^2} + \frac{R}{L}\frac{dv}{dt} + \frac{v}{L\,\frac{C_d^2}{C_e}} = 0$$

equazione di forma identica a quella relativa ad un circuito oscillante a costanti concentrate, purchè si consideri il potenziale istantaneo massimo, R, L, abbiano il significato più sopra enunciato e si ponga

$$[10] \qquad C = \frac{C_d^2}{C_e}$$

Chiameremo C *capacità equivalente*.

Nel caso di una antenna che vibri con l'onda fondamentale, e lungo la quale sia lecito ritenere che il potenziale e la corrente abbiano una distribuzione armonica, sarà

$$[11] \qquad C_e = \frac{1}{2} C_s \text{ e quindi } C = \frac{8}{\pi^2} C_s = \text{circa } 0{,}8\ C_s .$$

Il caso ora enunciato è evidentemente un caso limite, che può riscontrarsi in antenne rettilinee con costanti uniformemente distribuite; un altro caso limite è dato da una antenna a capacità totalmente concentrata, della quale i fili di salita abbiano una capacità trascurabile. Allora

$$[12] \qquad C_s = C_d = C_e = C$$

Nelle antenne della pratica C sarà compresa tra

$$[13] \qquad 0{,}8\ C_s \text{ e } C_s$$

e si avvicinerà tanto più a C_s quanto più lunga è l'onda emessa rispetto alla lunghezza d'onda naturale λ_0.

C, C_e e C_d sono quindi, in generale, funzione di λ.

Le considerazioni su esposte si applicano con opportune modificazioni al caso delle antenne provviste di contrappeso.

4. — Mentre la capacità dinamica è di difficile misura, il valore della capacità equivalente si può ottenere facilmente con il così detto metodo di allungamento e con la ben nota formola (che si deduce nella ipotesi che per piccoli valori di ΔL si possano trascurare le variazioni di L_e e C)

$$[14] \qquad C = \frac{\lambda_1^2 - \lambda^2}{1885^2\ \Delta L} \qquad (\lambda \text{ in metri; } \Delta\lambda \text{ in } \mu H;\ C \text{ in } \mu F)$$

in cui λ_1 e λ corrispondono alle oscillazioni dell'antenna con e senza ΔL. ΔL deve essere aggiunto nel ventre di corrente.

C si può allora ritenere corrispondente al valore $\frac{\lambda_1 + \lambda}{2}$

La misura di C relativa all'onda naturale λ_0 ed all'onda di servizio è istruttiva giacchè il rapporto

$$[15] \qquad \alpha = \frac{C}{C_s}$$

si può prender come misura della più o meno uniforme distribuzione del potenziale sull'antenna. Questa nozione può riuscire utile per proporzionare l'isolamento dell'antenna, e giudicare delle sue facoltà radiative.

5. — La misura della capacità statica può essere eseguita con due procedimenti totalmente diversi. Si può, in primo luogo, utilmente avvalersi di uno dei metodi di confronto familiari nella pratica elettrotecnica, paragonando la capacità incognita dell'antenna a quella di un campione dello stesso ordine di grandezza, ovvero si può basarsi sul fatto che, per onde molto maggiori dell'onda naturale, la capacità equivalente coincide con notevole approssimazione con la capacità statica.

Un esempio concreto mostrerà, che si può raggiungere con i due metodi un accordo perfetto, se sono osservate le necessarie precauzioni. Per la misura della capacità statica di un nuovo aereo della Radio ROMA mi sono valso, per il paragone, di tre condensa-

tori Brown, variabili a salti, e di un condensatore ad aria variabile con continuità. I condensatori Brown sono a mica, divisi ciascuno in tre sezioni, aventi rispettivamente le capacità qui indicate:

Condensatore N.	1	2	3
1ª sezione	1,49	1,47	1,55
2ª »	3,01	3,02	3,00
3ª »	5,96	5,97	5,99
Somma	10,46	10,46	10,54

La curva di taratura del condensatore ad aria risulta dalla fig. 2.

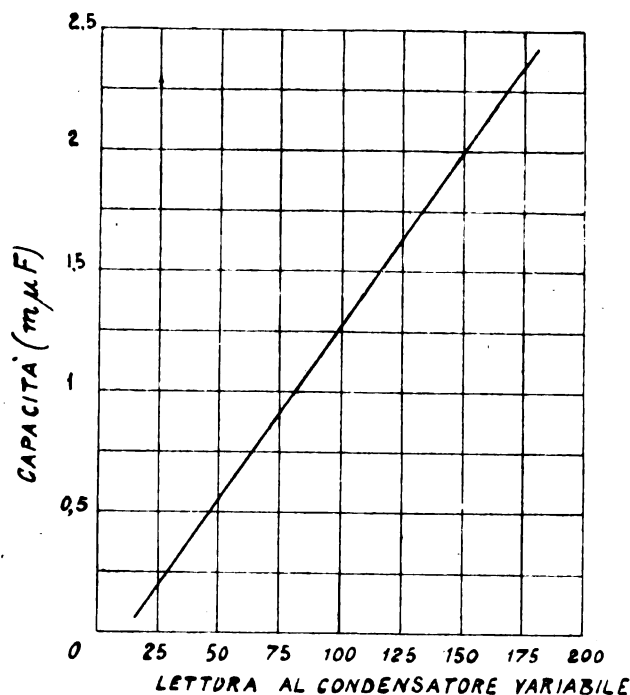



Fig. 2.

La taratura dei quattro condensatori sopradetti è stata fatta paragonandoli a tre diversi campioni Siemens con vari metodi, e cioè col commutatore rotante, col ponte di Sauty e ricevitore telefonico, (presso la Radio Roma), ed infine con il ponte di Sauty ed un galvanometro a vibrazione (presso l'Istituto E. e R. T. della R. Marina) ottenendo tra i diversi risultati uno scarto massimo inferiore al 3 per mille.

Per la misura della capacità della antenna fu costituito un ponte, usando per le resistenze dei due bracci di proporzione due ordinarie cassette di resistenza Hartmann e Braun.

Per generatore è stata impiegata una cicala Marconi ad alta nota, unita ad un trasformatorino preso da un posto telefonico Western.

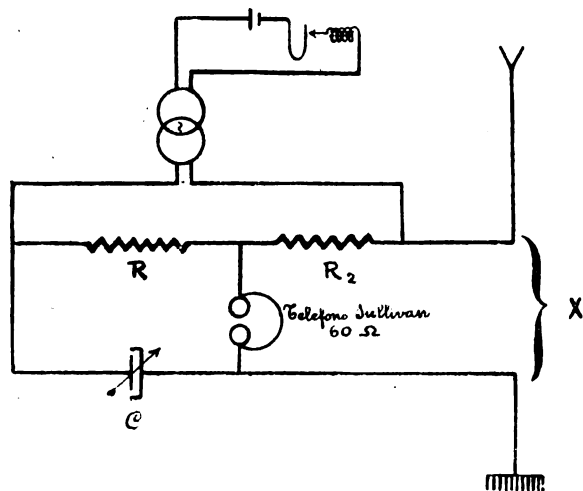



Fig. 3.

Il circuito risulta dalla fig. 3.

In una prima misura fu posto

$R_1 = 400\ \Omega$

$R_2 = 200\ \Omega$

Per l'equilibrio del ponte si ebbe

$C = (5{,}99 + 0{,}52)\ 10^{-3}\ \mu\ F$

$X = 6{,}51 \times 2.\ 10^{-3} = 13{,}02\ 10^{-3}\ \mu\ F$

In una seconda misura fu posto

$R_1 = R_2 = 300\ \Omega$

$C = X = (5{,}99 + 5{,}96 + 1{,}06).\ 10^{-3}\ \mu\ F = 13{,}01.\ 10^{-3}\ \mu\ F$

L'azzeramento avveniva nei due casi in modo perfetto in una frazione della più piccola divisione del condensatore ad aria.

Questa misura si riferisce alla sola antenna disconnessa all'isolatore di entrata, e congiunta al ponte con un filo di pochi metri.

Fu poi eseguita un'altra misura di capacità statica per constatare l'effetto della presenza dei tre cavi di acciaio destinati a sollevare l'aereo che corrono lungo l'asse delle tre torri in legno, e che furono temporaneamente messi in opera.

Fu posto

$R_1 = 300\ \Omega$

$R_2 = 200\ \Omega$

$C = (5{,}99 + 1{,}55 + 1{,}45)\ 10^{-3}\ \mu\ F$

$X = \frac{3}{2}\ C = 13{,}48.\ 10^{-3}\ \mu\ F$

La presenza dei tre cavi di acciaio produce un aumento della capacità statica di circa di 3,6%.

6. — Si è poi proceduto alla misura della capacità equivalente, col metodo di allungamento per un'onda molto maggiore dell'onda fondamentale.

Si è perciò misurata la lunghezza d'onda dell'antenna, avente in serie una prima volta una induttanza di 1959 μH, ed una seconda volta aggiungendone, in più, un'altra di 936 $\mu\ H$.

Queste induttanze furono costruite presso la Radio Roma, ne fu calcolato il valore e furono ripetutamente ed accuratamente misurate col ponte di Anderson, paragonandole ad uno dei condensatori a mica. Dato il diametro del filo usato, si è ritenuto che il valore calcolato e controllato a frequenza telefonica fosse anche valevole per la frequenza r. t. media di circa 27000 periodi, usata nelle prove.

Si riportano qui i dati riferentisi alla misura di una delle induttanze:

$$L = C \left\{ r\,(R + S) + R\ Q \right\}$$

$$= 7{,}44 \left\{ 2694 \left(\frac{85}{9} + 85 \right) + 8500 \right\}$$

$$= 1956{,}2\ \mu\ H$$

Il valore di questa induttanza calcolato con la formola di Nagaoka, tenendo conto delle correzioni per lo spessore dell'isolamento, è di 1959 $\mu\ H$. Nelle misure susseguenti fu usato il valore calcolato. Per la misura delle lunghezze d'onda fu usato un ondametrodecrimetro Marconi (N° 86 865), accuratamente controllato con le onde campione emesse periodicamente da Lione. La verifica dell'ondametro risulta dalla seguente tabella

San Paolo, li 15-9-1920.

ONDAMENTO MARCONI 86865

Misurata	Esatta	Errore	Correzione percent.
4903	4955	— 52	+ 1 %
7015	7085	— 70	+ 1 %
10041	10122	— 81	+ 0,8 %
14930	15140	— 110	+ 0,73 %

La misura fu eseguita per mezzo di una eterodina (mod. della « Telegrafia Militare Francese ») avvalendosi del seguente fenomeno.

Se si accoppia debolmente alla eterodina l'induttanza di un circuito oscillante, regolato presso la risonanza, e si varia la frequenza della eterodina o quella del circuito oscillante, si osserva, man mano che ci si avvicina alla risonanza, una diminuzione della corrente anodica della valvola generatrice della eterodina.

Passata di poco la risonanza, la corrente anodica risale bruscamente. L'istante di questo brusco salto si può cogliere con estrema precisione.

E' noto che può assumersi con buona approssimazione che l'isocronismo dei due circuiti corrisponda alla media delle frequenze, per le quali si nota il salto per valori crescenti e per valori decrescenti della frequenza del circuito variabile. (1)

(1) Un salto analogo, ma di segno opposto, si ha nel circuito secondario, (v. *L'Elettrotecnica*, 5 febbraio 1920, vol. 7, n. 4, pag. 60 e *Bollettino R. T.*, n. 8, pag. 173).

Per la misura delle due lunghezze d'onda, necessaria per il calcolo della capacità, furono accoppiate ad una eterodina, sia la bobina dell'ondametro, sia quella dell'aereo e si mise, per ogni determinazione, prima l'eterodina all'isocronismo con l'aereo, poi l'ondametro all'isocronismo con l'eterodina.

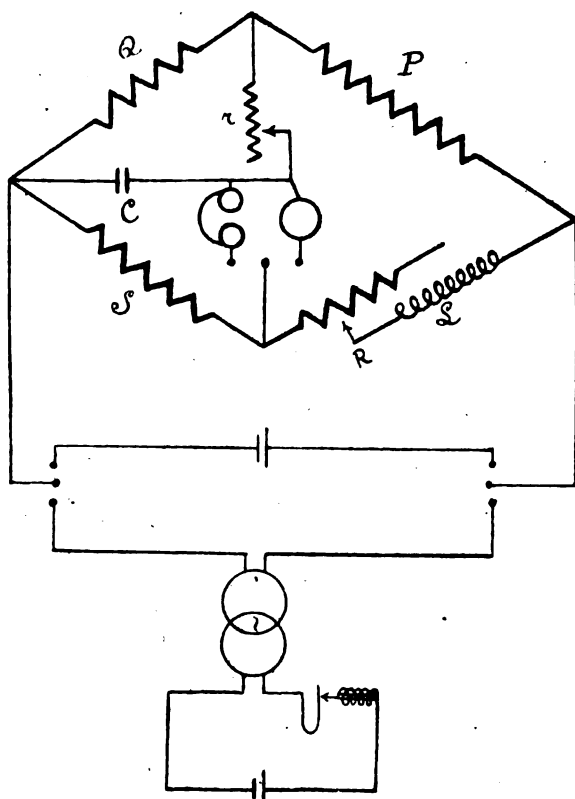



Fig. 4.

Quando si operava su uno dei due circuiti accoppiati con l'eterodina, l'altro era interrotto.

Nelle misure fatte con le due bobine in serie fu constatato che la loro mutua - induzione era praticamente nulla, non essendosi constatata variazione nell'onda invertendo la posizione di una di esse di 180°.

I dati ottenuti risultano dagli specchi seguenti:

Indicazione del condens. variab. dell'eterod.	Media	Indicazione condens. variab. ondam.	Media	Onda
INDUTTANZA IN SERIE $\mu H = 1959$				
87	84,8	4,30	4,24	—
82,5	—	4,18		—
—	—	4,32	4,25	10015
—	—	4,19		+ 80
—	—	4,33	4,25	10095
—	—	4,18		—
INDUTTANZA IN SERIE $\mu H = 1959 + 936$				
70	67,5	5,96	5,89	—
65	—	5,82		11950
—	—	5,97	5,90	+ 96
—	—	5,83		12046

$$C = \frac{\overline{12046}^2 - \overline{10095}^2}{\overline{1885}^2 \times 936} = 12{,}98\ 10^{-3}\ \mu\ F.$$

Come si vede, l'accordo fra i due metodi è perfetto, e si conferma che, con onde molto lunghe rispetto all'onda naturale, la capacità equivalente è uguale alla capacità statica.

7. — Per misurare la capacità equivalente corrispondente all'onda naturale fu tracciata la caratteristica dell'aereo, inserendovi successivamente induttanze di valore

$$L = 82\ \mu\ H \qquad L = 120\ \mu\ H \qquad L = 179\ \mu\ H$$

Le lunghezze d'onda ricavate, sempre a mezzo della eterodina, risultano dal seguente specchio:

L	Eterodina		Ondametro		Onda	
82	72 70	71	5,22 5,11	5,16	3789	(λ_1)
120	94 91	92,5	6,53 6,44	6,49	4005	(λ_2)
179	127 124	125,5	8,60 8,46	8,53	4304	(λ_3)

La lunghezza d'onda naturale λ_0, misurata direttamente, risultò di 3300 metri, valore in accordo con quello dedotto dalla curva caratteristica — Vedi Fig. 5. (2).

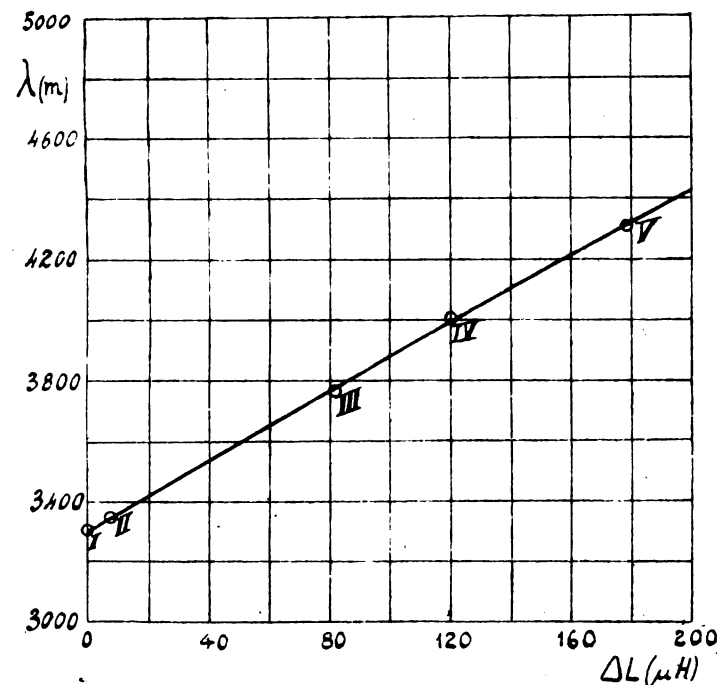



Fig. 5.

L'ondametro usato in queste misure fu un ondametro-decrimetro Marconi (N° 178417) controllato con l'ondametro N° 86865. Dato che nei successivi confronti gli errori si vanno accumulando, è da attendersi una esattezza minore di quella prima raggiunta.

La capacità equivalente misurata tra λ_0 e λ_1 risultò $C = 11{,}92\ 10^{-3}\ \mu\ F$
» » » » » λ_0 e λ_2 » $C = 12{,}10\ 10^{-3}\ \mu\ F$
» » » » » λ_0 e λ_3 » $C = 12{,}00\ 10^{-3}\ \mu\ F$
» » » » » λ_1 e λ_3 » $C = 12{,}10\ 10^{-3}\ \mu\ F$

Questi valori di C sono ordinatamente corrispondenti ai seguenti valori di lunghezza d'onda. 3540 — 3650 — 3860 — 4150.

Tenuto conto che l'approssimazione di queste misure, per le ragioni sopradette difficilmente può oltrepassare l'uno per cento, si potrà prendere come valore di C corrispondente a λ°

$$C = 11{,}8 \quad 10^{-3}\ \mu\ F$$

Il rapporto C/C_s risulta uguale a 0,907.

L'antenna di San Paolo si comporta quindi, per le onde anche di poco superiore alla fondamentale in modo abbastanza prossimo ad una antenna a capacità totalmente concentrata.

La maggior parte degli istrumenti occorsi per queste misure, compreso il commutatore rotante ed il relativo galvanometro a riflessione, furono costruiti con i mezzi della Stazione dal 2° Capo Elettricista Giannoni Leone e le misure telefoniche furono eseguite dal Capo Radiotelegrafista di 1ª cl. Baccarani Ugo - Capoposto della Radio San Paolo.

Roma, 31 ottobre 1920.

---

(2) Il punto *I* è stato ottenuto con una misura diretta ad udito, eccitando l'aereo con un piccolo rocchetto. Il punto *II* è stato ottenuto a mezzo dell'eterodina inserendo sull'aereo una induttanza di circa 8 μ *H*.

:: SUNTI E SOMMARI ::

RADIOTELEGRAFIA E RADIOTELEFONIA.

G. W. O. HOWE. — **Vantaggi relativi delle antenne elevate, degli aerei a telaio, e dei fili sotterranei nella ricezione dei segnali radiotelegrafici.** («The Radio Review», gennaio 1920, vol. I, n. 4, pag. 175).

L'A. paragona fra loro in maniera generica i tre tipi di aereo ricevente ora in uso:

1° — l'antenna elevata (circuito oscillante aperto tipo più semplice: un filo verticale collegato, attraverso il rivelatore, a una terra buona conduttrice — schema: un condensatore le cui armature rappresentano una l'antenna l'altra la terra, e sono collegate attraverso il rivelatore da un'induttanza — caratteristiche: rilevante potere irradiante, fattore di smorzamento delle oscillazioni considerevole, sia per effetto della resistenza della presa di terra che per effetto dell'elevato irradiamento).

2° — il filo sotterraneo — fasci di conduttori orizzontali rettilinei, sotterrati poco sotto la superficie terrestre, disposti secondo la direzione di propagazione delle onde, o a ventaglio su questa, passanti al centro per la stazione ricevente. Essi concentrano in questa le correnti alternate radiali che negli strati superiori della crosta terrestre, generalmente cattivi conduttori, accompagnano le onde elettromagnetiche, e che altrimenti andrebbero disperse in una rilevante estensione di terreno. Se i fili sono isolati, fra essi e la terra non vi è più connessione conduttiva, ma l'isolante funziona come il dielettrico di un condensatore, diminuendo in ragione della radice quadrata del suo potere induttore specifico la velocità di propagazione dell'onda su questo. Se la lunghezza dei fili è uguale alla metà (a un multiplo dispari della metà) della lunghezza delle onde in arrivo, si ha risonanza con un massimo di corrente al centro. Anche con altre lunghezze di filo si può localizzare un ventre di corrente nel punto voluto, mediante induttanze e capacità concentrate e regolabili.

3° — l'aereo a telaio, circuito oscillante chiuso, che rappresenta in qualche modo un ritorno al primo tipo di rivelatore conosciuto, quello usato da Hertz nelle sue classiche esperienze (sistema di una o più spire di conduttore di piccola resistenza, avvolte su telaio di opportune dimensioni, chiuse su un condensatore, variabile per la sintonizzazione, su cui è derivato il rivelatore — orientato il telaio normalmente alla superficie delle onde, queste suscitano nei lati opposti delle spire f. e. m. sfasate fra loro in relazione alle dimensioni delle spire e alla lunghezza delle onde stesse, la cui somma algebrica determina nel circuito impulsi di corrente con susseguenti oscillazioni — il potere irradiante è piccolo, e piccolo il fattore di smorzamento).

L'A. osserva che, nel paragonar fra loro i vari tipi di aereo, tenendo conto dei due requisiti più importanti, sensibilità e indipendenza dai disturbi atmosferici, occorre dar maggior peso al secondo, poichè, mentre i moderni amplificatori possono sempre portar un segnale alla intensità voluta, è invece frequentissimo il caso che segnali perfettamente udibili riescano indecifrabili per il disturbo delle scariche atmosferiche. Da tal punto di vista l'antenna elevata sembra nettamente inferiore agli altri due sistemi; una prima ragione sta nel fatto che questi ultimi per loro natura risentono pienamente solo delle perturbazioni che giungono dalla direzione per cui sono orientati; ma anche rispetto a queste essi danno ai segnali maggior risalto, dimostrando altre qualità selettive, che debbono esser attribuite alle loro caratteristiche, quando considerati come circuiti oscillanti.

Risultati interessanti sono stati ottenuti con i fili sotterranei, ricevendo con essi da stazioni lontane, quando i disturbi atmosferici rendevano ciò impossibile con l'antenna. Sugli aerei a telaio è stato recentemente pubblicato un interessante studio teorico di Max Abraham, della Telefunken. E' noto che in teoria un dato tipo di aereo può sottrarre a una data onda e comunicare a un rivelatore una determinata quantità massima di energia, che è indipendente dalle dimensioni dell'aereo, e dipende solo dalle caratteristiche dell'onda ricevuta. Questo massimo si ottiene, quando la resistenza di radiazione eguaglia quella utile (resistenza del rivelatore ridotta al suo valore equivalente nell'aereo) e sia invece trascurabile rispetto a queste la resistenza passiva (dovuta ai fili, alla presa di terra, alle perdite nel dielettrico etc...); cosicchè, essendo la resistenza di radiazione proporzionale al quadrato dell'altezza dell'antenna, aerei di diversa altezza daranno ai rispettivi rivelatori la stessa quantità di energia, se le loro resistenze utili e passive saranno egualmente commisurate ai quadrati delle altezze.

L'Abraham mostra come tale legge sia valida anche per gli aerei a telaio; e sebbene in questi non si possano realizzar le condizioni ottime, perchè per la piccolezza della resistenza di radiazione non è possibile render trascurabile rispetto ad essa la resistenza passiva, pure nel disegnarli è opportuno tener presenti i criteri teorici accennati. Il potere selettivo degli aerei a telaio sembra esser principalmente dovuto alla piccolezza del fattore di smorzamento, $\frac{R}{2L}$, per la quale il circuito, mentre risponde prontamente ai segnali per cui è sintonizzato, poco risente degli altri. Un'altra ragione può risieder nel fatto, che, essendo generalmente le scariche atmosferiche aperiodiche o di onda molto lunga, per la relativa piccolezza dei telai, molto piccolo risulta lo sfasamento delle f. e. m. da esse generate nei lati opposti delle spire, e quindi piccolo l'effetto risultante.

Anche il Comandante Blatterman, dell'U. S. Signal Corp, ha recentemente pubblicato una interessante memoria sugli aerei a telaio, analizzando i risultati di un gran numero di esperimenti con telai di varie dimensioni e numeri di spire, e riportando molti dati circa le resistenze riscontrate in essi alle varie frequenze. Certo la scelta di un buon disegno è in gran parte questione di rapporto fra le tre resistenze, utile, passiva, di radiazione.

E. Co.

★ ★

GENERATORI ELETTRICI.

W. C. WHITE. — **Valvole ioniche generatrici e alcune loro applicazioni.** (Gen. El. Rev. giugno 1920, vol. XXIII, n. 6, pag. 514).

Se si escludono le grandi stazioni transoceaniche e le piccole stazioni di interesse strettamente locale (in ispecie le stazioni dei dilettanti), la radiotelegrafia abbisogna sopra tutto di impianti capaci di fornire all'aereo trasmittente potenze fra 0,25 e 2,5 kW con frequenze fra 1 000 000 e 150 000 (ossia con lunghezze d'onda fra 300 e 2000 m). Per sostituire in questo campo gl'impianti a scintilla, le valvole ioniche generatrici si prestano assai meglio degli altri apparecchi a onde persistenti. Esse permettono anche di adattare facilmente le stazioni al servizio radiotelefonico.

La potenza oscillatoria che una valvola generatrice può produrre, è limitata da varie cause: 1) eccessivo riscaldamento dell'anodo, 2) insufficiente emissione elettronica da parte del catodo, 3) vuoto insufficiente, 4) imperfezione dei dielettrici, 5) insufficiente resistenza meccanica, 6) difetti di progetto e di esecuzione.

Il rendimento delle valvole è oggi tra il 25 e il 50%; la potenza perduta va trasformata in calore quasi tutta sull'anodo e bisogna provvedere a dissiparla. L'anodo deve essere di tungsteno o di molibdeno e deve poter sopportare per breve tempo anche condizioni anormali, come quelle che si verificano, quando la valvola cessa accidentalmente di oscillare e tutta la potenza ad essa fornita si trasforma in calore sul posto. Parecchie valvole non americane sarebbero, secondo l'A., assai difettose a questo riguardo.

Quanto alla corrente anodica non basta di solito che essa sia, quando la valvola non oscilla, circa doppia del valor medio, che si misura quando oscilla, ma conviene sia da 3 a 5 volte maggiore. Il valor medio della corrente di griglia durante l'oscillazione deve essere circa il 10% di quello della corrente anodica.

Fig. 1.

Se il filamento è alimentato con corrente continua, conviene connettere l'estremo + della batteria di accensione col — della batteria anodica, perchè in tal caso un aumento di corrente anodica (per es. per cessazione delle oscillazioni) fa diminuire la corrente di accensione. Nel caso contrario si ha un aumento di corrente nel filo e quindi di emissione elettronica, cioè gli effetti si sommano e il filo può essere rapidamente bruciato. In genere è meglio usare per l'accensione corrente alternata e connettere il — della batteria anodica con un punto a potenziale intermedio fra i due estremi del filamento.

Come è noto, il vetro, ad elevate temperature, tende a comportarsi come un conduttore elettrolitico, e però l'isolamento fra le varie parti e specialmente fra anodo e griglia deve essere assai curato, collocando assai lontani i relativi passaggi degli elettrodi attraverso il bulbo e scegliendo convenienti qualità di vetro.

Tralasciando di fermarsi sulla delicata questione di un appropriato proporzionamento geometrico degli elettrodi allo scopo di otte-

nere una data costante di amplificazione, l'A. descrive una valvola del tipo P (pliotron) costruita dalla General Electric Co, per la quale si ha: potenza generata 0,25 kW, tensione anodica 1500 V, potenza consumata nel filamento 80 W con 3,5 ÷ 4 A, corrente anodica 0,3 A. Valvole di maggior potenza potranno ottenersi, aumentando ancora le tensioni anodiche e ricorrendo eventualmente a recipienti metallici in permanente comunicazione con una pompa ad altissimo vuoto.

Passando agli schemi dei circuiti oscillatori da connettersi con le valvole generatrici, l'A. fa osservare come, nonostante la grande varietà di schemi, occorrano in ogni caso tre regolazioni principali: 1) variazione di L o di C o di ambedue nel circuito di oscillazione per ottenere la frequenza desiderata; 2) modificazione del rapporto di trasformazione fra il circuito anodico e il circuito di lavoro (o circuito di utilizzazione della corrente oscillatoria); 3) regolazione della tensione di griglia, continua e alternata, e della fase di quest'ultima.

Particolarmente delicata e meno nota è, secondo l'A., la seconda regolazione, per mezzo della quale bisogna ottenere che la impedenza del circuito di lavoro riportata al circuito anodico sia nel rapporto più conveniente, rispetto alla impendenza fra lamina e filamento, e assorba potenza col minimo di sfasamento. La condizione ottima varia notevolmente a seconda della frequenza che si vuol generare, ossia la regolazione deve essere mutata in funzione della lunghezza d'onda.

Un circuito tipico di valvola generatrice è quello rappresentato dalla fig. 1. La prima regolazione, quella della lunghezza d'onda, si fa mediante l'induttanza $L\ A$. La seconda si esegue modificando l'accoppiamento fra L_p ed L_a e ciò, sia spostando le due induttanze l'una rispetto all'altra, sia variando il numero delle spire di una di esse. In questo secondo caso si può usare un accoppiamento molto stretto (eventualmente un autotrasformatore), laddove nel primo caso occorre derivare su L_p un condensatore di sintonia. Indicando con I_a la corrente nell'aereo e con I_b la corrente anodica e supposta costante la tensione anodica continua, il rendimento varia proporzionalmente a $\frac{I_a^2}{I_a}$ e conviene quindi eseguire la regolazione in modo da rendere massimo tale rapporto. La terza regolazione si ottiene variando l'accoppiamento di L_g con L_a e variando la resistenza R_g; (questa seconda regolazione potrebbe esser sostituita dall'introduzione di una tensione continua regolabile). La trasmissione radiotelegrafica è fatta di solito, aprendo e chiudendo un tasto in serie con R_g.

Se la tensione anodica è fornita da una piccola dinamo ad alta tensione, conviene dotare quest'ultima di un dispositivo di protezione contro le elevate sopra tensioni, che si producono al momento della rottura della corrente anodica. A ciò possono servire gli scaricatori a cella di alluminio, e per piccole potenze anche solo un condensatore di elevata capacità.

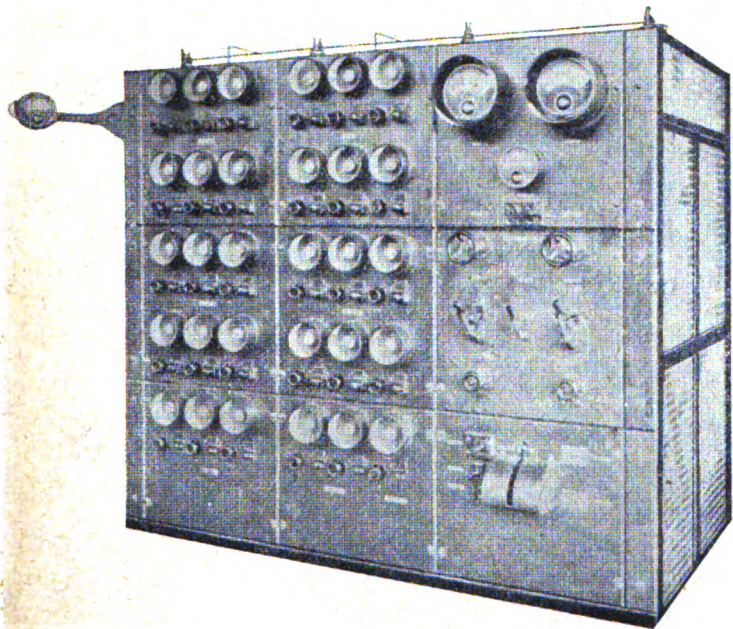



Fig. 2.

Il funzionamento in parallelo di più valvole generatrici offre qualche difficoltà, specialmente per il pericolo dell'innescarsi di oscillazioni locali di frequenza molto superiore alla normale, le quali provocano forti aumenti di corrente anodica e di riscaldamento. Un mezzo per evitarle è quello di inserire una piccola induttanza nel circuito di griglia di alcune delle valvole. Conviene altresì avere un amperometro sulla corrente anodica di ciascuna valvola, per avvertire subito gli eventuali squilibri di carico.

Accennando ad alcune tipiche stazioni per telegrafia e telefonia, l'A. fornisce per una di esse i seguenti dati: 6 valvole generatrici del tipo P sopra descritto, corrente di aereo 12-15 A, dinamo anodica a doppio collettore per 3,5 kW e 2000 V, amperometro anodico e valvola fusibile su ciascuna valvola. Altri generatori a valvola per alte frequenze sono costruiti per scopi diversi dalla radio-

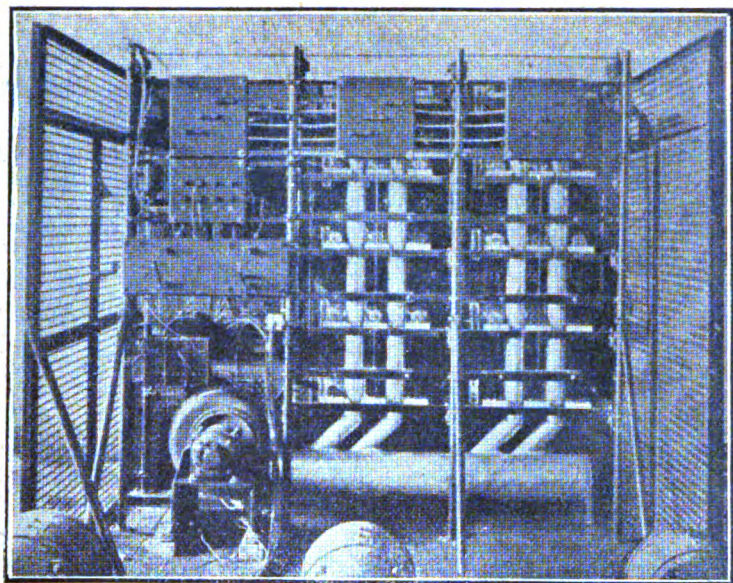



Fig. 3.

telegrafia. Nel caso di un numero rilevante di valvole (per es. 30), destinate a funzionare in parallelo, queste vengono riunite in gruppi su singoli pannelli e fornite *ciascuna* sia di amperometro anodico con fusibile, sia di interruttore e reostato di accensione. Gli accoppiamenti e la regolazione del circuito oscillatorio sono invece comandati in comune da un solo pannello (quello a destra in fig. 2). L'apparato a trenta valvole, rappresentato in fig. 2 e 3, è azionato normalmente con una tensione anodica di 2300 V ed una corrente anodica di circa 2 A, ossia con una potenza fornita alle valvole di 4,6 kW. Per il raffreddamento dei bulbi è necessaria una forte circolazione d'aria mantenuta da apposito ventilatore.

* *

ELETTROFISICA.

I. LANGMUIR. — **Fenomeni fondamentali nei tubi di scarica elettronica con catodo di tungsteno.** (Gen. El. Rev. giugno e luglio 1920, vol. XXIII, n. 6 e 7, pag. 503 e 589).

In un tubo elettronico ad altissimo vuoto, contenente due soli elettrodi: un catodo incandescente e un anodo freddo, il passaggio di corrente è governato da due fenomeni fondamentali; la emissione elettronica da parte del catodo incandescente, la carica spaziale negativa degli elettroni in movimento fra il catodo e l'anodo.

La emissione elettronica è essenzialmente funzione della temperatura assoluta T secondo la legge dedotta dal Richardson nel 1901, che, per un filo di tungsteno puro, in un vuoto perfettissimo, si può mettere sotto la forma

$$i = 23{,}6 \cdot 10^6 \cdot \sqrt{T} \cdot e^{-\frac{52500}{T}},$$

dove i è la densità di corrente emessa, misurata in ampere per cm². Si possono tuttavia osservare scarti non trascurabili dai valori previsti in base a questa legge, se il campo elettrico prodotto dalla tensione applicata all'anodo è così intenso da agevolare l'emissione (occorrono, a dir vero, gradienti di potenziale dell'ordine di 10^n V/cm), o se la superficie del catodo non è omogenea. Quest'ultima causa può modificare in ampi limiti l'intensità della corrente elettronica.

L'effetto della carica spaziale si manifesta quando la temperatura del filamento e quindi la densità di emissione sono talmente cresciute, che gli elettroni in movimento fra catodo ed anodo esercitano un'azione repulsiva sugli altri elettroni che seguono, e ne fanno ricadere una parte nel catodo stesso, opponendosi a un ulteriore aumento di corrente. In queste condizioni non vale accrescere la incandescenza del catodo per accrescere la corrente, ma occorre invece accrescere la tensione anodica per compensare il campo elettrico antagonista, creato dalla carica spaziale (ossia per accelerare il moto degli elettroni e diminuire così la carica spaziale). L'A., adattando a questo problema una teoria data dal Child, ha calcolato teoricamente il modo di variare della corrente i in ampere, che può essere trasmessa da ogni cm di un filamento rettilineo incandescente a un anodo coassiale di raggio r (cm) sotto una tensione V (volt):

$$i = 14{,}65 \cdot 10^{-6} \frac{V^{\frac{3}{2}}}{r}.$$

Per dedurre questa formula si è supposto: che la velocità iniziale di uscita degli elettroni dal catodo sia trascurabile in confronto con quella, che assumeranno sotto l'azione del campo, e che la carica spaziale sia già così elevata da rendere insensibili gli effetti delle variazioni di temperatura del catodo su la intensità di corrente.

Numerose esperienze eseguite in adatte condizioni, hanno confermato la proporzionalità fra i e $V^{\frac{3}{2}}$, non solo per il caso di elettrodi di forma cilindrica, ma anche per il caso di elettrodi di forma qualunque. Si verificano scarti notevoli da questa legge solo quando, con speciali artifici, il campo è reso così debole in vicinanza del catodo da far assumere sensibile importanza alla velocità di emissione, o quando l'anodo abbraccia così poco il catodo da permettere l'accumularsi di una carica negativa sulle pareti interne del bulbo, per effetto di elettroni proiettati su esse, o quando, essendo il catodo riscaldato elettricamente, la caduta di tensione lungo di esso è rilevante, o quando agisce un campo magnetico perturbatore ecc. ecc.

Un altro fenomeno che può assumere importanza notevolissima è quello della emissione secondaria, ossia della emissione di nuovi elettroni da parte delle pareti del tubo sotto l'azione del bombardamento elettronico proveniente dal catodo.

Questo fatto può far crescere di molto la corrente anodica e provocare eccessivi riscaldamenti delle pareti. A regime il numero di elettroni emessi e quello degli elettroni ricevuti dalla parete debbono eguagliarsi e la parete assume un potenziale intermedio fra quello anodico e quello catodico, che è di solito assai più prossimo al primo. Questi fenomeni si mettono in rilievo con tubi di scarica molto stretti e lunghi, in cui i due elettrodi si trovino all'estremità. Di essi ha tratto partito A. W. Hull per costruire il così detto «dinatron» (1). Nelle ordinarie valvole a tre elettrodi, il fenomeno della emissione secondaria da parte della griglia può verificarsi, se il potenziale di quest'ultima sale a valori eccessivi. In queste condizioni la valvola si riscalda eccessivamente e cessa di funzionare.

In base ai fenomeni descritti, e ritornando alla considerazione di un tubo con due soli elettrodi, in cui si mantenga constante l'incandescenza del catodo e si rilevi la caratteristica della corrente in funzione della tensione anodica, si verifica che questa caratteristica presenta tre tratti distinti, in cui la corrente è determinata: a) dalla velocità iniziale degli elettroni, b) dalla carica spaziale negativa, c) dalla emissione totale, di cui il catodo è capace a quella temperatura (corrente di saturazione). Il primo tratto è esponenziale, il secondo parabolico e il terzo tende a un asintoto orizzontale. Naturalmente vi sono tratti di transizione, in cui due effetti si sovrappongono, e cause secondarie che modificano più o meno leggermente l'andamento della caratteristica in confronto con tale previsione teorica.

* *

TRAZIONE.

Locomotori a 3000 V c. c. per l'elettrificazione della Ferrovia Paulista (Stato di S. Paulo - Brasile). (Electric Railway Journal, 12 giugno 1920, pag. 1215).

La Ferrovia Paulista (Brasile) sta elettrificando con corrente continua a 3000 V il tratto a doppio binario fra Jundiahy e Campinas. Il locomotore G. E. C per tale elettrificazione è già stato descritto nel nostro giornale.

Siamo ora in grado di dare qualche notizia sui locomotori per treni passeggeri e merci forniti dalla Comp. Internazionale Elettrica Westinghouse per la stessa elettrificazione.

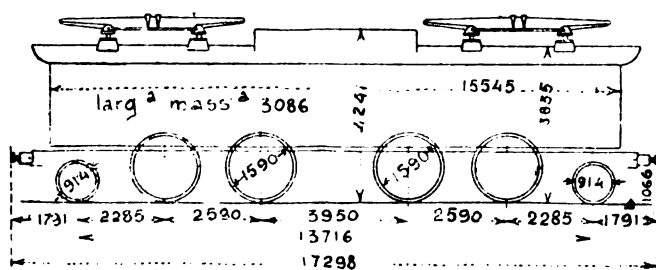



Fig. 1. — Schema e dimensioni principali del locomotore per treni passeggeri.

I Locomotori del tipo passeggeri hanno la disposizione 1-B-B-1, in due carrelli, uniti l'uno con l'altro a mezzo di collegamento articolato e sopportanti un'unica cassa. Ogni carrello è composto di un asse radiale di guida e di due assi a base rigida. Le caratteristiche di questo tipo sono le seguenti:

Lunghezza totale fra i respingenti	m.	17,298
» » della cassa	»	15,545
Interasse rigido	»	2,592
Diametro delle ruote motrici	»	1,590
» » » portanti	»	0,914
Peso totale del locomotore	ton.	110
» della parte meccanica	»	56
» dell'equipaggiamento elettrico	»	54
» su un asse motore	»	20,60
» » di guida	»	13,75

(1) *L'Elettrotecnica* 5 agosto 1919, vol. VI, n. 22, pag. 471 e *Bollettino R. T.* n. 5, pag. 99.

Ogni asse motore è fornito di motore a doppia armatura con trasmissione ad albero cavo.

Il rocchetto sull'asse motore comanda un ingranaggio unico montato su di un albero cavo, sostenuto in cuscinetti situati sulla carcassa del motore e infilato sull'asse motore.

I motori sono ventilati, ciascuno della potenza oraria di 500 HP e continua di 400 HP. La potenza normale del locomotore è di 2000 HP corrispondente allo sforzo di trazione di 7750 kg alla velocità di 70 km all'ora. Il massimo sforzo di trazione all'avviamento è di 20 000 kg e la velocità massima di circa 105 km-ora.

I quattro motori del locomotore possono dare le seguenti combinazioni:

a) Tutti i motori in serie: un quarto della velocità normale.

b) Due gruppi in serie, ciascuno di due motori in parallelo: metà della velocità normale.

c) Tutti i motori in parallelo colla velocità massima.

In ognuna delle tre combinazioni dei motori, i campi dei motori possono venir indeboliti in modo da ottenere un totale di sei distinte velocità.

Il metodo di ricupero è simile a quello usato nei locomotori costruiti dalla Compagnia Westinghouse per la linea Chicago, Milwaukee e St. Paul, ma non si impiegheranno generatori assiali. Il ricupero potrà essere fatto per ognuna delle tre combinazioni dei motori. La corrente necessaria per i servizi ausiliari ed il controllo sarà derivata dalla linea a mezzo di un motore generatore, che fornirà una corrente di circa 80 V per i ventilatori, compressori d'aria, luce e controllo. Questo motore-generatore fornirà pure la corrente d'eccitazione al campo principale dei motori durante il ricupero.

Il sistema di frenatura differisce dal tipo usuale usato da noi poichè al freno ad aria compressa sarà sostituito il freno a vuoto. L'aspiratore sulla locomotiva sarà abbastanza potente per far azionare i freni lungo tutto il treno. In ausilio di questo aspiratore sarà istallato un piccolo compressore d'aria per fornire l'aria necessaria per la manovra del freno del locomotore e per il comando del controller.

I due freni ad aria ed a vuoto agiranno contemporaneamente. L'applicazione del piccolo compressore permetterà di eliminare il grande aspiratore quando la locomotiva sarà in manovra o marcierà a piccola velocità.

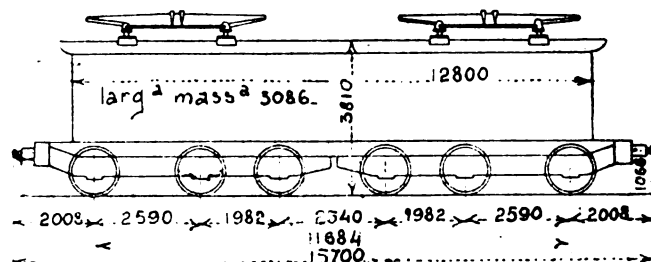



Fig. 2. — Schema del locomotore per treni passeggeri.

Il locomotore per treni merci avrà due carrelli motori ognuno di tre assi motori a base rigida, i due carrelli saranno collegati a mezzo di articolazione. Il peso totale del locomotore è di 85,5 tonn. colle seguenti caratteristiche:

Classificazione		C-C
Lunghezza fra respingenti	m.	15,700
» della cassa	»	12,800
Interasse rigido	»	4,572
Diametro delle ruote motrici	»	1,016
Peso del locomotore completo	ton.	85,500
» della parte meccanica	»	45,250
» dell'equipaggiamento elettrico	»	40,25
» su ogni asse motore	»	14,300

L'equipaggiamento motore consta di 6 motori ad un'armatura con trasmissione ad ingranaggi e ventilazione forzata sviluppanti ognuno 250 HP per un'ora o 200 HP continuatamente.

La potenza totale del locomotore è di 1500 HP corrispondendo ad uno sforzo di trazione di 11.500 Kg alla velocità di circa 35,4 km all'ora.

Lo sforzo massimo di trazione con un'aderenza del 25% sarà di 22000 Kg e la velocità massima circa 64.4 Km all'ora.

I sei motori possono essere collegati come segue:

a) Tutti i motori in serie con velocità di 1/3 della normale.

b) Tre gruppi in serie di due motori in parallelo con 2/3 di velocità.

c) Due gruppi in serie di motori in parallelo colla velocità massima.

L'indebolimento di campo, può effettuarsi per ogni combinazione come per i locomotori per treni passeggeri, con identico sistema per il ricupero, e identica disposizione di controller e freni.

(*u. g.*)

:: :: :: CRONACA :: :: ::

APPLICAZIONI VARIE.

Purificazione elettrica dei gas d'alto forno. — Nello stabilimento di Skinningrove sono state fatte, per la purificazione dei gas d'alto forno, alcune prove col sistema Lodge a base di scariche elettrostatiche, su cui hanno recentemente riferito A. Hutchinson e E. Bury all'*Iron and Steel Institute*. Negli ultimi dieci anni si erano fatte in quell'impianto prove di lavaggio dei gas allo scopo di: accrescere il rendimento termico dei forni, in cui essi erano utilizzati, evitando depositi nei camini, nelle valvole, nei rigeneratori etc; eliminare sospensioni di lavoro per la pulizia; diminuire il personale a questa adibito, preservare le murature refrattarie dall'attacco degli alcali contenuti nei gas e realizzare quindi complessivamente un sensibile vantaggio economico. Ma la maggior difficoltà era che i processi esistenti non economizzano il notevole calore contenuto nei gas. Col lavaggio nell'acqua, non solo si ha sensibile perdita di calore, ma altro combustibile si spende pompando l'enorme volume di acqua richiesto per rimuovere la polvere. Coi filtri di tessuto combustibile, il gas deve essere raffreddato, per evitare che li danneggi. In tutti i metodi, poi, occorre energia per i ventilatori che spingono i gas attraverso l'impianto.

Un primo impianto sperimentale fu creato allo scopo di studiare l'applicazione in Inghilterra dei metodi già usati in America, sia per precipitare le sostanze solide dai fumi delle industrie chimiche e metallurgiche, sia per fissare l'acido solforico nelle fabbriche d'esplosioni, sia infine per il ricupero della potassa, che si trovava in gran quantità nei gas degli Alti Forni di Skinningrove. Qui fu deciso di creare un impianto di prova col sistema Oliver Lodge, e si cominciò a lavorare nel 1917, con due serie di tubi verticali. Lungo l'asse di ognuno di essi è sistemata un'asta centrale, che porta una serie di settori metallici orizzontali, disposti ad elica, dai quali la scarica a 40 000 V passa alla parete interna dei tubi. Il gas fluisce tra i settori e la parete dei tubi, sulla quale va a deporsi la polvere. Il gas sporco, con 4 5 gr di polvere per m³, passa nell'apparecchio con portate variabili da 1130 a 2260 m³ all'ora e il gas pulito contiene da 0,2 a 0,5 gr per m³ di polvere, secondo la portata d'efflusso. Le prove, continuate per tre mesi, dimostrarono che il metodo poteva con successo applicarsi su larga scala se si curava la giusta direzione dell'efflusso del gas sulla superficie di scarica e la regolazione delle distanze esplosive. Così si decise di fare l'impianto per trattare l'intera quantità di gas di alti forni con produzione di 3000 - 3500 tonn di ghisa per settimana, avendo cura di regolare esattamente l'efflusso del gas, con velocità non superiore a m 0,90 al 1", e, in assenza di norme per fissare il grado di purezza da raggiungersi, fu assunta la cifra di 0,3 gr di polvere residua per m³. Questo era un dato sicuro, perchè recenti indagini in Stabilimenti del continente (dove generalmente si fa il lavaggio ad acqua dei gas per caldaie etc.), hanno mostrato che nel caso di focolari alimentati con gas contenente 1 gr di polvere per m² non è stata necessaria la pulizia per oltre 5 anni di funzionamento. Dacchè il grande impianto di Skinningrove fu avviato, il contenuto di polvere è stato ridotto da 5 o 6 gr nel gas greggio a 0.8 - 1.1 gr in quello pulito, e quando l'impianto di purificazione sarà completo, si prevede di limitare il residuo a 0.5 e 0.7 gr per m³.

Il pericolo che il gas sfugga non pulito è maggiore nel metodo elettrostatico che negli altri, e però l'impianto fu suddiviso in 16 unità, ulteriormente suddivise. Per eguagliare il campo elettrostatico nelle varie camere, e evitare corti circuiti, la Società Lodge Fume, che fece l'impianto, ha fornito ogni camera di due sistemi di griglie di scarica in serie, ognuna col suo trasformatore; ogni sistema ha 7000 punti di scarica. Si sono avuti corti circuiti, ma sempre per irregolare pulizia delle griglie, ciò che sparirà con la pratica. In caso di scintille si potrebbero avere esplosioni, se il gas misto ad aria potesse dare una miscela esplosiva, ciò che in generale non succede per la pressione sotto cui si trova tutto il sistema e che esclude l'aria; ma, in caso questa riuscisse ad entrare, uno speciale interruttore automatico eliminerebbe la scarica.

L'impianto è in cemento armato, con un ponte che corre sopra lo scarico delle scorie, e su cui si spostano due trasportatori che raccolgono la polvere dalle 32 tramogge delle 16 camere. Ogni camera è di m 9.30 × 2.30 per 7 di altezza, ed è munita di valvole di entrata e uscita. Sopra c'è un piano isolante con i trasformatori Lodge, due per ogni camera. C'è anche un meccanismo per scuotere gli elettrodi così da far ricadere la polvere nelle tramogge. La polvere secca raccolta dai trasportatori è lisciviata con acqua, in proporzione da potersi pompare fino ai mixer, e, dopo esser bollita in questi, è fatta correre continuamente su una serie di 4 filtri a tamburo rotante in un pozzo di cemento. La pasta disseccata, con 30% di umidità, è tagliata da una lama, in modo che la parte che lascia un tamburo cada nel pozzo dell'altro, dove è bollita in soluzione che va sempre più diluendosi fino all'acqua. L'ultima pasta, libera da sali solubili, è trasportata fuori e rimandata all'alto forno. Delle soluzioni dei 4 tamburi, messe in serbatoi, la più ricca a circa 32 gradi Twaddel, riscaldata indirettamente a vapore e immessa continuamente in un evaporatore Kestner, dove il cloruro di calcio è separato da quelli di Sodio e Potassio. Questi a loro volta, sciolti in acqua distillata, sono separati dopo nuova evaporazione.

Quantunque l'impianto lavori solo dall'aprile scorso e limitatamente ai 4/5 dell'installazione, i risultati mostrano che la polvere nei gas è ridotta da 5 - 6 gr per m³ a 0,8 - 1.1, con un consumo di potenza di 50 kW senza che ne occorra per pompe d'acqua o per soffiare i gas. La perdita di calore è bassa, perchè i gas entrano a 220° - 250° C ed escono a 200° - 220°. Anche il consumo di gas, nei focolari ove esso si utilizza è sensibilmente diminuito, ma ancora è troppo presto per fissare cifre di economia, anche perchè bisogna che i forni, i rigeneratori etc, siano ben puliti. Il ricupero di polvere, col 27% di cloruro di potassio, è di 48 - 50 tonn per settimana.

e. m. a.

★ ★

MATERIALI.

L'industria del magnesio in Francia. (R. G. E. 21-8-20). — Fino al 1914 il magnesio era importato dalla Germania dove veniva fabbricato a Hemelingen mediante l'elettrolisi del cloruro di magnesio fuso (carnallite di Stassfurth). La sua fabbricazione industriale in Francia è nata dalla guerra e fu intrapresa, per soddisfare alle esigenze della difesa nazionale, dalla Société d'Electrochimie et d'Electrométallurgie nella sua officina di Clavauz (Isère). Il magnesio ha proprietà notevoli, fra cui la leggerezza (densità 1,75), la grande affinità per l'ossigeno e l'elevato calore di combustione. Le due ultime proprietà fanno del magnesio un riduttore prezioso per la metallurgia. Il magnesio è stato largamente impiegato durante la guerra per la preparazione di razzi e di bombe luminose e, grazie al fumo bianchissimo che produce durante la combustione, per quella di proiettili speciali per la regolazione del tiro. Il suo impiego, allo stato di polvere o di filo, per il lampo al magnesio in fotografia, è ben noto. Come energico disossidante, viene utilizzato per l'alluminio fuso e per migliorare la qualità del rame, dell'ottone, dei bronzi, del nichel e delle leghe di rame e di nichel; inoltre la sua introduzione nei bagni di galvanizzazione dà agli oggetti galvanizzati un finimento più brillante, con un deposito di spessore minore. Se si riuscirà a rallentare e a moderare la sua azione, potrà probabilmente applicarsi anche alla disossidazione dell'acciaio. E' però sopratutto sotto forma di leghe che il magnesio, grazie alla sua leggerezza, avrà grandi applicazioni, specialmente allo stato di lega con l'alluminio. I tedeschi durante la guerra hanno fatto grande uso della lega con 90 per cento di magnesio e 10 per cento di alluminio, alla quale dettero il nome di *electron*. Sono note sotto il nome di *magnalium* delle leghe a tenore variabile fino al 30 per cento di magnesio, le quali sono dotate di una resistenza fortemente migliorata rispetto al lavoro di forgiatura, martellatura e trafilatura. Altre leghe analoghe, come il *Zimalium* e il *duralluminio*, sono interessanti per le loro proprietà meccaniche. La richiesta sempre crescente di pezzi ad un tempo leggeri e resistenti, quali per esempio occorrono per l'aeronautica, permette di prevedere uno sviluppo dell'industria del magnesio, se il suo costo di produzione non sarà troppo elevato. Per quanto riguarda le proprietà elettriche e termiche di questo metallo, risulta che la sua conduttività elettrica, è 39 per cento di quella del rame e la sua conducibilità termica è superiore a quella dell'alluminio. Nel momento in cui si sta generalizzando l'impiego dell'alluminio per le linee di trasporto di energia elettrica, sarà interessante studiare una lega di alluminio e di magnesio adatta per questa applicazione. In ogni caso le proprietà del magnesio e delle sue leghe permettono di prevedere un impiego sempre maggiore di questo metallo e di assicurare lo sviluppo della sua produzione industriale.

E. C.

★

Espedienti per ovviare alla penuria di platino (R. G. E. 6-11-20) — Essendo diventato il platino sempre più raro, si è cercato, per ciascuna delle sue applicazioni, di sostituirlo con un altro metallo, o una lega che presentasse le caratteristiche speciali per quella data applicazione. Per i recipienti e i crogiuoli da laboratorio, e per temperature non superiori a 1200 C. (il platino fonde a 1750), si possono impiegare leghe di oro e di platino col titolo medio di 12,5 per cento, oppure leghe di oro e palladio contenenti almeno 20 per cento di palladio. Per le analisi di metalli per via elettrolitica si può impiegare come catodo una lega oro-argento con 75 per cento di oro, oppure una lega oro nichel con 97 per cento di oro. Per le coppie termoelettriche funzionano abbastanza bene, fino a 1100 , delle leghe di nichel e di cromo con percentuali di ferro variabili fino a 60 per cento. Per le industrie chimiche è stata studiata una lega di 66,6 di nichel, 18 di cromo, 8,5 di rame e 6,9 di altri elementi. Per le viti di contatto dei magneti, si sono ottenuti risultati soddisfacenti con viti di tungsteno. Per i contatti di apparecchi magnetici (telefonia, telegrafia, radiotelegrafia), si può sostituire al platino una lega di 88,25 di argento, 10,50 di oro, 1,25 di rame. Per la fabbricazione industriale delle lampade ad incandescenza si è realizzata un'economia notevolissima sostituendo al platino delle leghe di ferro e di nichel al 48 circa per cento. Queste leghe hanno, come il platino, la proprietà di essere inossidabili, ed inoltre hanno, alle varie temperature, un coefficiente di dilatazione identico a quello del vetro della lampada.

E. C.

ELETTROCHIMICA ED ELETTROMETALLURGIA.

L'arco elettrico nell'analisi qualitativa. (Scientific American Monthly, ottobre 1920). — Nella riunione della American Electro - Chemical Society, tenutasi a Boston nell'aprile scorso, W. R. Mott ha esposto un suo interessante metodo di analisi qualitativa per mezzo dell'arco elettrico. L'apparecchio impiegato è una lampada ad arco di carbone chiuso in modo da proiettare un'immagine sopra uno schermo con un ingrandimento di venti diametri. Nel carbone positivo inferiore è scavata una cavità a forma di coppa, nella quale si pone mezzo grammo della sostanza da esaminare; l'arco impiegato è di 25 Amper a 50 Volt, alimentato da una linea a 110 Volt. W. R. Mott ha già sviluppato questo metodo di analisi per circa 65 elementi, i quali possono essere facilmente identificati nei loro minerali, ossidi o leghe. I fenomeni osservati riguardano la natura e il colore del materiale depositato sul polo come risultato della distillazione, il fumo, il colore delle faville e dell'estremità della fiamma, e l'odore dei vapori sviluppati. Si sono osservate molte caratteristiche speciali; per es. l'emissione di fumo alla rottura dell'arco è una sensibile dimostrazione del molibdeno, poichè il fenomeno non è prodotto da nessun altro elemento. Il calcio produce un rosso che non si può confondere con altro; l'arsenico, il iodio e il tungsteno danno odori caratteristici.

Con questo procedimento si possono spesso scoprire le impurità, e, secondo l'autore, esso dà modo di identificare in media i nove decimi dei componenti dei composti sconosciuti di dieci qualunque fra i 65 elementi da lui studiati. Fortunamente molti degli elementi, di difficile determinazione coi metodi ordinarii, sono facilmente identificati con questo nuovo metodo.

E. C.

★

Il trattamento elettrico delle acque di fogna. (R. G. E. 18-9-20). — Il procedimento applicato a Easton, Long-Island, con un bacino elettrolitico della capacità di 3 750 000 litri, è basato sull'azione combinata dell'elettricità e dell'argilla, agenti che impiegati separatamente non produrrebbero alcun utile effetto. La corrente elettrica libera, sugli elettrodi, ossigeno e idrogeno, i quali allo stato nascente sono capaci di distruggere i bacterii patogeni e di ridurre le materie organiche azotate in albuminoidi, peptoni e amine, che un'ossidazione successiva trasforma in nitriti, nitrati e anidride carbonica. L'argilla serve ad alcalinizzare il bagno, diminuendone la resistenza elettrica, e a diminuire la proporzione di ferro nella soluzione che circonda l'anodo.

E. C.

★

L'alluminio in Norvegia. — La Norvegia, durante la guerra, ha iniziata la produzione di alluminio, utilizzando nell'impianto di Hoyanger 22 000 dei 60 000 kW delle cadute di Jetland, per ricavare 7 000 tonn di alluminio metallico, 5 000 tonn di elettrodi e 12 000 tonn di carburo. La materia prima, bauxite, era fornita dalla Francia, ma ora si sperimentano minerali locali, come la labradorite, che si sottopone a un adatto trattamento chimico preliminare per soluzione nell'acido nitrico diluito. Mentre la labradorite inglese non è così solubile nell'acido nitrico da rendere il processo conveniente, lo stesso pare non possa dirsi di quella norvegese. La labradorite pura contiene 30% di allumina ossia 16% di alluminio.

e. m. a.

CONDUTTURE.

Dispositivo di sicurezza per i lavori sulle linee ad alta tensione. (Scientific American 4-9-20). — E' stato adottato in America un nuovo sistema per lavorare sulle linee ad alta tensione, senza essere obbligati ad interrompere la corrente per lunghi intervalli, cogli inevitabili inconvenienti per gli utenti. Il sistema consiste nell'interporre l'isolamento di protezione non fra l'operaio e la linea, come si è fatto finora per raggiungere lo scopo voluto, ma fra l'operaio e la terra, eliminando così gli incomodi attrezzi con lunghi manichi isolanti finora impiegati per lavorare sulle linee sotto tensione. Il problema di assicurare un isolamento sufficiente è stato risolto per mezzo di un leggiero ponte di sicurezza di facile applicazione ai pali della linea, costruito con legno duro essiccato e impiegato opportunamente. La messa in opera di questo ponte di sicurezza richiede soltanto pochi minuti, ed esso costituisce fra il palo a cui è applicato e l'operaio chè si trova su esso un isolamento capace di resistere a più di centomila Volt. L'operaio può così lavorare colle mani nude e senza alcun attrezzo isolato sulla linea sotto tensione. Opportune difese sono disposte in modo da impedire qualunque contatto accidentale coi bracci portaisolatori, coi cavi di ritenuta o colle altre fasi del circuito. Il ponte di sicurezza è costruito per circa 90 per cento in legno e non ha capacità apprezzabile, talchè l'operaio tranne una leggiera sensazione caratteristica nell'atto di afferrare la linea, per effetto della carica del proprio corpo, non ha nessun'altra sensazione speciale. I ponti attualmente impiegati sono garantiti fino a 110 000 volt, ma questo limite sarà presto superato.

E. C.

★

Il ferro elettrolitico e le sue applicazioni. (The Engineer 8-10-20). — Tre sono le principali applicazioni che ha finora avuto il ferro elettrolitico, e cioè 1) come materiale per alcune parti delle macchine elettriche; 2) per ripristinare parti consumate di motori per aeroplani e, in minor misura, di armi; 3) come materiale per ricerche sperimentali sulle proprietà del ferro puro.

1°. — *L'impiego del ferro elettrolitico come materiale per parti di macchine elettriche.* — Il valore del metallo per la costruzione del macchinario elettrico dipende principalmente dalle sue proprietà le quali, alla loro volta, dipendono dalla purezza del ferro. Occorre tener presente a questo riguardo che il ferro elettrolitico non è necessariamente puro. Nella maggior parte dei casi esso contiene dei gas, e specialmente idrogeno, che è difficile eliminare. Secondo J. Cournot l'eliminazione dell'idrogeno dal ferro elettrolitico per mezzo della ricottura, richiede due ore di riscaldamento a 950° C, oppure un'ora a 1050° C. A 850° C., o a temperature minori, lo studio micrografico o le determinazioni di durezza hanno dimostrato che la ricottura era incompleta, anche dopo sei ore di riscaldamento. Inoltre nel metallo depositato si riscontrano carbonio, zolfo, silicio e fosforo in proporzioni che possono variare anche in varii campioni presi dal medesimo bagno. Non si deve per questo ritenere che il ferro elettrolitico non si possa ottenere allo stato di grande purezza. E' certamente possibile ottenere ferro più puro col processo elettrolitico che con qualunque altro sistema, e si possono citare analisi di ferro elettrolitico con 99,99 per cento di Fe. E' però anche vero che per ottenere ferro elettrolitico puro occorrono molte cautele. Secondo C. Duisberg i motori a corrente alternata costruiti con parti in ferro elettrolitico, ottenuto col processo Fischer, reggono benissimo il confronto con macchine simili costruite con ferro non elettrolitico contenente silicio. Ciò dipende dal fatto che il ferro depositato con questo processo è privo di idrogeno, è dolce come l'argento, e non molto più duro dell'alluminio, e si magnetizza e si smagnetizza molto più rapidamente del ferro contenente carbonio e silicio. Il processo Fischer consiste nel depositare il ferro da una soluzione molto concentrata contenente cloruro di ferro e cloruro di calcio e mantenuta alla temperatura di

circa 100° C. Occorre però tener presente che il ferro così ottenuto possiede le utili proprietà sopra indicate soltanto se viene depositato nelle volute condizioni di corrente e di temperatura; in caso contrario il metallo depositato può essere duro e impuro.

2°. — *L'impiego del ferro elettrolitico nelle operazioni di ripristino.* — Gli organi di macchine ripristinati colla deposizione di ferro elettrolitico devono essere sottoposti, prima di essere messi in opera, ad un trattamento termico, per ottenere l'omogeneità della struttura. Per giudicare della convenienza tecnica ed economica del procedimento occorre ancora fare ripetute ed esaurienti esperienze.

3°. — *Il valore del ferro elettrolitico per le ricerche sperimentali.* — Il valore del ferro elettrolitico per le ricerche sperimentali sulle proprietà termiche e termoelettriche del metallo, e sulla sua corrosione sotto l'azione degli agenti atmosferici e chimici, dipende dal fatto che il ferro elettrolitico può essere, e spesso è, la più pura qualità di ferro conosciuta. Ricerche esaurienti in proposito sono in corso a cura del Bureau of Mines di Washington.

Oltre alle tre applicazioni sopra indicate, il ferro elettrolitico ne ha avuto un'altra che potrà avere qualche importanza, ed è la fabbricazione elettrolitica dei tubi di ferro. Due sistemi sono stati applicati a tale scopo; ma non se ne hanno notizie sufficienti per giudicare del loro successo commerciale.

E. C.

TELEGRAFIA, TELEFONIA, SEGNALAZIONI.

Il cavo baltico Leba-Königsberg. (Engineering, 15-10-20). — Nello scorso mese di agosto è stato posato nel Baltico un cavo telefonico e telegrafico fra Leba nella Pomerania orientale e Tenkitten presso Königsberg nella Prussia orientale. Con la sua lunghezza di 160 km il cavo è uno dei più lunghi, se non il più lungo, dei cavi telefonici sottomarini esistenti, ed è anche notevole per il numero dei circuiti telegrafici e telefonici che contiene. Le sei linee a doppio conduttore e le tre linee a semplice conduttore si possono accoppiare in modo da formare sei circuiti telegrafici e 9 circuiti telefonici. Tutti i conduttori sono a treccia; i conduttori telefonici sono composti di fili di rame di mm 1,45 di diametro e di due nastri di rame di mm 2,70 $\times$ 0,35; i conduttori telegrafici sono costituiti da 3 fili di 0,9 mm di diametro. Per aumentare l'autoinduzione dei conduttori telefonici, essi sono avvolti con filo di ferro di mm 0,2 di diametro secondo il sistema Krarup. L'isolamento è in carta, e l'anima insieme colla carta, internamente alla guaina interna di piombo, ha un diametro di 23,5 mm. Vi è una guaina esterna di piombo, e fra le due guaine vi sono due strati di fili di acciaio di mm 1,65 di diametro, avvolti ad elica in sensi opposti, per dare al cavo resistenza meccanica. Esternamente al secondo tubo di piombo e agli strati di juta e di miscela di catrame vi è l'armatura di fili di acciaio galvanizzato di 5 mm di diametro, la quale porta il diametro totale del cavo a mm 52. Il cavo, fabbricato dalla ditta Felten e Guilleaume, pesa 11 tonnellate al chilometro, ed è stato costruito molto robusto perchè è posato in parte a 120 m di profondità. Gli apparecchi per il collegamento fra il cavo e le linee aeree, e per l'amplificazione dei segnali (con relais del tipo a valvola) sono stati forniti dalla ditta Siemens e Halske.

E. C.

VARIE.

Le cariche elettrostatiche sulle cinghie di trasmissione. (The Engineer 22-10-20). — Un metodo per eliminare l'elettricità statica dalle cinghie di trasmissione, dove si abbia presenza di vapori molto esplosivi, è descritto nell'Electrical World da C. M. Green. Il rimedio proposto consiste nel mescolare nell'apparecchiatura della cinghia un po' di grafite, la quale pare che renda la cinghia abbastanza conduttrice per evitare l'accumularsi di una carica statica. Un metodo che non ha dato buoni risultati, e che forse era più pericoloso che utile, è quello provato in passato, di disporre delle punte metalliche, o dei tubi o altri oggetti metallici molto vicini alla cinghia, e collegarli alla terra, in modo da disperdere l'elettricità statica. Questo metodo è risultato inefficace, poichè talvolta l'elettricità statica accumulata si scarica dalla cinghia alle parti metalliche sotto forma di scintilla, venendo così a mancare lo scopo proposto, poichè la scintilla può provocare l'accensione del vapore esplosivo. Il nuovo metodo elimina l'inconveniente, ma è necessario controllare lo stato dell'apparecchiatura per essere sicuri della sua continuità. Ciò si ottiene con un elettroscopio a foglie d'oro disposto vicino alla cinghia; la divergenza delle foglie dello strumento indica quando la cinghia è staticamente caricata.

E. C.

★

I raggi X e le scarpe. (Scientific American 16-10-20). — Un grande magazzino di New York ha recentemente sistemato un impianto per raggi X, il quale permette ai suoi frequentatori di verificare esattamente come i loro piedi si adattano a un qualunque paio di scarpe. I frequentatori possono infatti osservare direttamente la posizione delle ossa dei loro piedi in un qualunque paio di scarpe, e verificare in tal modo se queste sono della forma voluta.

E. C.

NORME, LEGGI, DECRETI E REGOLAMENTI

Norme del Verband Deutscher Elektrotechniker per gli apparecchi per cucina e per riscaldamento, approvate nella riunione annuale del 1920. (E. T. Z. 28/10/1920).

A – Introduzione.

§ 1. — Queste norme andranno in vigore il 1° Aprile 1921, fatta eccezione per i §§ 14 e 15 i quali, semprechè non si introducano variazioni costruttive, andranno in vigore il 1° Ottobre 1921.

§ 2. — Queste norme valgono per tutti gli apparecchi riscaldati elettricamente ad eccezione di quelli, come per es. i ventilatori ad aria calda ed apparecchi analoghi, i quali cadono sotto altre norme del V. D. E.

§ 3. — Gli apparecchi muniti di targhetta corrispondente al capitolo F. devono soddisfare alle prescrizioni seguenti.

B – Definizioni.

§ 4. — La tensione nominale è la tensione in Volt, segnata sull'apparecchio, per la quale esso è costruito.

Il campo di tensione nominale è compreso fra i limiti di tensione, entro i quali gli apparecchi possono funzionare regolarmente.

Il consumo nominale è la potenza in Watt, assorbita dall'apparecchio a caldo colla tensione nominale; l'intensità di corrente nominale è l'intensità in Ampère, assorbita nelle suddette condizioni.

Per il consumo nominale si ammette una tolleranza di $\pm$ 10%. Per gli apparecchi per riscaldamento il cui consumo nominale sia minore di 125 Watt, si ammette una tolleranza di $\pm$ 20%.

Il contenuto nominale è la quantità di sostanza che si può praticamente far bollire nell'apparecchio senza che trabocchi bollendo.

§ 5. — Il corpo riscaldante è quella parte dell'apparecchio nella quale si trasforma direttamente l'energia elettrica in calore, e che è costituita dal conduttore di riscaldamento e dal suo involucro.

I corpi riscaldanti ricambiabili sono quelli che si possono separare dall'apparecchio di riscaldamento senza l'impiego di attrezzi, come per es. i corpi riscaldanti a capsula.

I corpi riscaldanti smontabili sono quelli che si possono asportare soltanto per mezzo di attrezzi, ma senza schiodature.

Tutti gli altri corpi riscaldanti sono da considerarsi come fissi.

§ 6. — I collegamenti interni sono i conduttori fra i corpi riscaldanti, o fra questi e gli attacchi dell'apparecchio di riscaldamento.

Il cordone di alimentazione collega l'apparecchio di riscaldamento col circuito fisso.

L'innesto dell'apparecchio è costituito dal maschio a spine fissato all'apparecchio, e dalla femmina fissata al cordone di alimentazione.

§ 7. — Sono fissi gli apparecchi i quali sono legati col loro luogo di impiego, in modo che non possono essere spostati senza speciali operazioni o attrezzi per essere impiegati altrove. Tutti gli altri apparecchi devono considerarsi mobili.

§ 8. — Il rendimento del riscaldamento è il rapporto fra la quantità di calore utile assorbita per il riscaldamento dell'apparecchio e del contenuto nominale dalla temperatura normale di 20° C alla temperatura di funzionamento, col consumo nominale, calcolata in lavoro elettrico, ed il lavoro elettrico fornito durante lo stesso tempo all'apparecchio col consumo nominale.

Il rendimento a regime è il rapporto fra la quantità di calore utile assorbito col consumo nominale nelle condizioni normali di funzionamento continuato, calcolata in lavoro elettrico, ed il lavoro elettrico fornito durante lo stesso tempo.

Per tempo di ebollizione si deve intendere il tempo occorrente per portare l'apparecchio riempito col contenuto nominale di acqua, senza preventivo riscaldamento nè dell'apparecchio nè dell'acqua, dalla temperatura normale di 20° C alla temperatura di ebollizione, con consumo nominale.

C – Prescrizioni generali.

§ 9. — Gli apparecchi fissi, con un consumo nominale fino a 1500 Watt inclusi, e gli apparecchi mobili in ogni caso non sono ammessi per tensioni superiori a 250 Volt.

Di norma si devono evitare tensioni superiori a 250 Volt. Se non è possibile evitare il collegamento con tensioni più elevate, si devono scegliere sempre attacchi fissi, ossia si devono sempre collegare gli apparecchi col circuito fisso senza cordoni di alimentazione mobili.

§ 10. — Negli apparecchi fino a 250 Volt e fino a un consumo nominale di 2000 Watt, l'attacco può essere fatto per mezzo

di un innesto; negli altri casi l'attacco può essere fatto soltanto per mezzo di avvitamento, saldatura, o altro collegamento fisso equivalente.

§ 11. — Negli apparecchi fino a 250 Volt, e fino a un consumo nominale di 2000 Watt, con 10 Amper al massimo, l'innesto dell'apparecchio può servire anche per chiudere o interrompere la corrente. In tutti gli altri casi si deve applicare all'apparecchio un interruttore. Solo nel caso in cui ciò non sia possibile, per ragioni di spazio o di funzionamento, l'interruttore può essere sistemato sulla parte fissa del circuito in prossimità del punto di derivazione.

§ 12. — Se si applicano commutatori di regolazione, le loro posizioni devono essere contrassegnate con parole o con numeri. In tal caso il consumo maggiore deve corrispondere al numero maggiore e la posizione di interruzione deve corrispondere allo zero.

§ 13. — Per l'inserzione di apparecchi con un consumo nominale maggiore di 750 Watt, per i quali l'intensità di corrente all'inserzione sarebbe maggiore del doppio della intensità di corrente nominale, si deve applicare un apparecchio di avviamento.

§ 14. — L'innesto dell'apparecchio deve corrispondere nelle sue dimensioni fondamentali al disegno allegato.

§ 15. — Per tensioni di funzionamento fino a 250 Volt, gli apparecchi devono essere forzatamente messi a terra prima di essere messi sotto tensione, nei locali in cui ciò sia prescritto dalle norme per gli impianti.

Per tensioni superiori a 250 Volt, tutti gli apparecchi devono essere messi a terra in modo sicuro, in conformità al § 3 delle norme per gli impianti.

§ 16. — Tutti i cordoni di alimentazione devono avere, ad ambedue le estremità del rivestimento esterno di protezione, dispositivi per scaricare gli sforzi di trazione, come nodi, legature o simili.

§ 17. — Negli impianti a bassa tensione, i cordoni di alimentazione devono corrispondere alle norme per i conduttori isolati negli impianti a correnti forti.

Come conduttore si deve impiegare esclusivamente il rame; si devono impiegare soltanto cordoni multipli rotondi od ovali, e non conduttori multipli cordati in modo visibile.

§ 18. — Alle estremità dei singoli conduttori i varii fili devono essere saldati fra loro o muniti di uno speciale rivestimento che impedisca in modo sicuro lo schiacciamento dei singoli fili.

§ 19. — Gli attacchi e i collegamenti devono essere disposti in modo da essere quanto più possibile sottratti a danneggiamenti esterni e ad influenza nociva. Essi devono essere meccanicamente robusti e sufficientemente assicurati da allentamenti.

§ 20. — I collegamenti interni devono essere disposti e fissati in modo che non possano allentarsi, e venire in contatto metallico con parti dell'involucro, per effetto di riscaldamento o di scuotimenti.

I collegamenti in ferro devono essere protetti dalla ruggine.

§ 21. — Le parti sotto tensione devono essere isolate in modo durevole e sicuro dalle parti metalliche non sotto tensione.

§ 22. — I rivestimenti e le coperture delle parti sotto tensione devono essere meccanicamente resistenti agli urti e fissati in modo perfettamente sicuro.

D - Prove.

§ 23. — I conduttori di riscaldamento devono poter resistere, a caldo e alla temperatura di funzionamento, rispetto alle parti metalliche dell'apparecchio, e i conduttori dei cordoni di alimentazione fra loro, ad una tensione uguale a due volte e mezzo quella nominale, ma al minimo a 750 Volt, con corrente alternata di frequenza 50, per cinque minuti. La sorgente di corrente impiegata per questo scopo deve avere una potenza di almeno 0,5 kW.

Per la prova corrente in officina si può sostituire a questa prova di rigidità dielettrica la messa sotto tensione per qualche secondo, con una tensione alternata tripla di quella nominale, ma al minimo di 1000 Volt.

§ 24. — Gli apparecchi devono poter funzionare regolarmente per mezz'ora, con un consumo 1,4 volte quello nominale.

Gli apparecchi per il riscaldamento di liquidi, ad eccezione dei riscaldatori a flusso continuo, in luogo della prova precedente devono poter portare all'ebollizione il contenuto nominale quattro volte successivamente (distanziate l'una dall'altra di quanto occorre per il raffreddamento fino alla temperatura normale di 20° C).

Dopo queste prove gli apparecchi devono ancora resistere alla prova di tensione prescritta nel § 23.

E - Prescrizioni speciali.

§ 25. — Per l'impiego degli apparecchi nelle cucine si deve studiare un attacco senza cordone e di facile distacco.

§ 26. — Negli apparecchi che nell'impiego vengono abitualmente risciacquati, il corpo riscaldante deve essere chiuso a tenuta di acqua calda.

§ 27. — I riscaldatori a flusso continuo devono essere costruiti in modo che non sia possibile la formazione di vapore sotto pressione.

§ 28. — I termofori devono essere protetti da limitatori di temperatura, in numero tale e distribuiti in modo, che essi non possano assumere, neppure parzialmente, una temperatura pericolosa.

F - Targhette.

§ 29. — I corpi riscaldanti devono portare una marca di fabbrica e l'indicazione della resistenza a 20° C.

Sopra l'apparecchio si deve indicare:

La marca ed il numero di fabbrica.

La tensione nominale in Volt, il consumo nominale in Watt.

Per la corrente trifase si deve indicare la tensione concatenata e lo schema della disposizione dei corpi riscaldanti a stella o a triangolo.

E. C.

Associazione Elettrotecnica Italiana

Eretta in Ente morale il 3 Febbraio 1910

Notizie delle Sezioni

SEZIONE DI BARI.

La sera del 17 Dicembre 1920 l'*Ing. Mario Ascoli* parlò ai Soci della Sezione sul tema: *Grandi Trasporti di Forza e Problemi Elettrici attinenti.*

Accennato che per grandi trasporti si devono senz'altro intendere trasporti di grandi potenze a grandi distanze con sistema trifase ad altissima tensione, enumerò i fenomeni relativi alla perdita di energia ed alla variazione di tensione, molti dei quali fenomeni sebbene conosciuti da lungo tempo, hanno assunto grande importanza pratica soltanto recentemente nelle lunghe linee ad altissima tensione.

Le cause di perdita di energia sono la resistenza (perdita ohmica), la dispersione, l'effetto Corona, l'isteresi dielettrica e la convezione elettrica. Quelle praticamente più importanti sono la perdita ohmica e l'effetto Corona.

Ora poichè ad ogni data tensione ed al corrispondente distanziamento pratico dei conduttori corrisponde un diametro minimo di filo o corda affinchè non si verifichi perdita per effetto Corona, almeno in buone condizioni atmosferiche (pratica seguita fin qui in America) si può dimostrare che, data la potenza da trasportare ad una determinata distanza con una perdita ohmica fissata, non sarà conveniente oltrepassare una certa tensione, perchè con tensioni maggiori si avrebbero tutte le maggiori spese per apparecchi (per esempio: il costo dei trasformatori oltre i 70 000 Volt aumenta circa in ragione delle tensioni) e per maggiore ampiezza dei locali, senza poter ridurre il peso del rame o dell'alluminio dei conduttori.

Passando poi allo studio della regolazione dopo aver accennato ai sistemi più noti di regolazione usati fin qui (regolazione dell'eccitazione, regolatori locali a prese multiple ed ad induzione) venne a trattare della regolazione all'estremo della linea mediante motori sincroni sovra o sottoeccitati, per mantenere costante la tensione in arrivo ed ovviare ai fenomeni dovuti alla capacità della linea quando funziona a vuoto, che possono portare a tensioni elevatissime per l'esaltazione del campo degli alternatori, a cui si aggiunge l'eventuale aumento di tensione in linea (effetto Ferranti), con conseguenti carichi apparenti enormi, pei quali può non bastare più una unità, anche considerevole, in centrale. Ed è desiderabile invece che possa bastarvi una sola unità perchè con l'eccitazione ridottissima o nulla che si ha a linea scarica, il parallelo non può essere stabile.

Citati alcuni esempi numerici sull'importanza assunta da questi fenomeni in alcuni impianti funzionanti, passò a descrivere un progetto di trasporto a 220 000 Volt presentato nel 1919 all'American Institution of Electrical Engineers.

Trattò infine delle linee di 1/4 e di 1/2 lunghezza d'onda, accennando ai pericoli che presentano le prime ed ad alcuni progetti di massima di linee di 1/2 lunghezza d'onda, cioè, per le frequenze industriali, intorno ai 3 000 Km, con generazione e distribuzione a tensione costante rispettivamente ai due estremi della linea e distribuzione di corrente costante a metà percorso.

TEDESCHI GIOVANNI FU GIOVANNI, *gerente responsabile* ARTI GRAFICHE VARESINE - VARESE

VOL. VIII (XXV degli Atti) 15 Gennaio 1921 N. 2

L'ELETTROTECNICA

GIORNALE ED ATTI DELLA

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

REDAZIONE ED AMMINISTRAZIONE: VIA SAN PAOLO, 10 - MILANO - TELEFONO N. 20-86

REDATTORE CAPO: A. BARBAGELATA - REDATTORI U. BORDONI - M. SEMENZA - G. VALLAURI

È GRADITA LA COLLABORAZIONE DEI LETTORI - GLI ARTICOLI DI INTERESSE GENERALE ACCETTATI DALLA REDAZIONE SONO COMPENSATI

I MANOSCRITTI NON SI RESTITUISCONO

Referendum ed elezioni generali.

Le condizioni odierne, veramente pietose, del servizio postale hanno completamente intralciato il referendum e le elezioni in corso. La presidenza generale pertanto, per dar tempo a tutti i soci di ricevere e di rinviare la loro scheda, ha deciso di protrarre fino a mezzogiorno del 20 corrente, il termine per la chiusura delle votazioni presso le singole Sezioni. Possiamo così rivolgere ancora una parola di incitamento agli ultimi ritardatari. Naturalmente, dato il tempo oggi necessario per l'invio delle schede dalle Sezioni all'Ufficio Centrale, lo spoglio dovrà pure essere ritardato, cosicchè difficilmente prima del 5 febbraio potrà essere noto il risultato della votazione.

Collegamento di reti e linee interregionali.

Anche l'odierno fascicolo è in gran parte dedicato a questo che può dirsi il problema del giorno.

Completiamo infatti la monografia sui gruppi convertitori di frequenza, dell'ing. VANNOTTI, che in questa seconda parte, tratta diffusamente, fra l'altro, dell'interessantissimo impianto di Dalmine il quale risolve un caso particolarmente complesso di trasformazione di frequenze e di scambi di energia. Si tratta in realtà di un impianto ormai vecchio (è di parecchi anni anteriore alla guerra) ma di cui non fu ancora pubblicata una descrizione completa, nonostante il desiderio di molti e le insistenze di non pochi. Abbiamo già più volte lamentate le difficoltà che si oppongono ad ottenere delle serie descrizioni tecniche dei nostri begli impianti, ed abbiamo anche cercato di analizzarne le cause e di suggerire qualche rimedio. Non vogliamo quindi essere tacciati di insistenti o peggio, e passiamo oltre.

Ritornando alla relazione Vannotti, si può concludere, coll'Autore, che il problema del trasferimento dell'energia fra reti di diversa periodicità, possa dirsi oggi completamente risolto in linea tecnica, in tutti i suoi aspetti. Rimane solo l'appunto affacciato a Roma dall'ing. Semenza, sulla notevole complessità di tali impianti di conversione. Ma con ciò si riporta alla sua origine la grande questione dell'unificazione delle frequenze: si tratta cioè ancora di decidere se, dato lo stato attuale dei nostri impianti, sia più conveniente costruire un certo numero di potenti stazioni di conversione della frequenza ai confini delle zone a diversa periodicità, oppure affrontare risolutamente una lenta ma progressiva trasformazione degli impianti e delle reti. Ricordiamo che a Trento l'A. E. I. ha espresso ufficialmente il parere che si dovesse fissare come meta, sia pure lontana, la generalizzazione dei 50 periodi. Al contrario le società esercenti sembrano orientarsi verso la prima soluzione, propugnata anche dal Vannotti; e le centrali a due frequenze Breda, già in esercizio, a Pont St. Martin, e dell'Ozola, in costruzione sull'Appennino, segnano senza dubbio due notevoli tappe in tale senso.

*

L'altro scritto in argomento è la relazione della speciale commissione nominata dalla Sezione di Livorno, sullo stato odierno della tecnica delle grandi linee di trasmissione. Si tratta di un esempio di quei lavori collettivi che desidereremmo più frequenti nella nostra associazione, il quale deve essere costato una notevole somma di lavoro agli ingegneri COPPOLA, LIGUORI, NERI e MELINOSSI. Peccato che, per l'evidente timore di aumentare di troppo la mole del lavoro, e di tediare l'uditorio, gli Autori abbiano sorvolato sui calcoli e sui computi certamente assai laboriosi da cui molte delle loro conclusioni senza dubbio scaturiscono.

Quanto alla sostanza delle conclusioni stesse, crediamo che esse non siano molto lontane da quelle che stanno per entrare nel dominio dei fatti. La Società Interregionale, costituitasi da qualche tempo appunto per studiare e costruire queste nuove grandi arterie della rete elettrica nazionale, ha iniziato, o sta per iniziare i lavori per la prima sua linea. Questa avrà origine a Sesto S. Giovanni, poco a nord di Milano, centro già da tempo importante per la nostra elettrotecnica essendo il punto di riunione delle linee Edison e Adamello; ma fatalmente destinato ad assumere sempre maggiore importanza pel fatto che ad esso fanno capo anche nuove grandi linee ad alta tensione provenienti dalla Valle d'Aosta e dalla Valtellina. Da Sesto, dirigendosi a sud-est e passando presso Piacenza, la futura linea interregionale si dirigerà verso l'Appennino Bolognese, con caratteristiche costruttive che, per quanto ci consta, rientrano perfettamente nel quadro tracciato dalla Commissione di Livorno. Ad ogni modo, vogliamo sperare che gli egregi Colleghi alla direzione della nuova impresa vorranno dare ai Consoci ed ai lettori qualche più precisa notizia su questa prima grande linea italiana di collegamento.

Se sulle caratteristiche costruttive di tali grandi linee non sembrano possibili oggi grandi divergenze d'opinioni, qualche dubbio può invece aversi sul valore di 20 000 kW scelto dai Colleghi di Livorno come potenza massima da trasportarsi con una terna di conduttori. Col nostro consueto ottimismo pensiamo infatti che, se non interviene qualche nuova scoperta o invenzione sensazionale — come sarebbe, secondo un recente auspicio del prof. Lori, l'utilizzazione di una parte dell'energia di disintegrazione della materia — gli impianti elettrici devono assumere nel futuro prossimo uno sviluppo veramente imponente. Basta osservare il continuo, fortissimo incremento di carico verificatosi in questi anni postbellici, nonostante tutte le innumerevoli crisi, nonostante la cessazione delle industrie di guerra e nonostante la poca voglia di lavorare che affligge l'umanità intera. I fortissimi carichi attuali sulle reti cittadine, con elevati fattori di potenza, mostrano chiaramente come vadano rapidamente estendendosi le applicazioni termiche dell'energia elettrica. Proprio in questi giorni si è inaugurata a Milano una piccola esposizione di cucine elettriche ad accumulazione, corollario del concorso bandito dalla Società Edison, e di cui demmo a suo tempo notizia. Di quanto vi è esposto ci occuperemo ampiamente nei prossimi numeri; ma già si può dire che il problema dell'accumulazione termica pare felicemente risolto. Ora, se risolto il problema tecnico, quello economico potesse pure trovare rapida soluzione, è facile vedere quali potrebbero essere le conseguenze della diffusione della cucina elettrica. Solo in una città come Milano, centomila cucine da 500 W vorrebbero dire una potenza di 50 000 kW utilizzata continuamente, ossia qualche cosa come 400 milioni di kW annui. Se si pensa poi alle applicazioni agricole, alla ripresa industriale — che non dovrebbe mancare se il mondo, superata la crisi psicologica attuale, vorrà decidersi a non perire — e, infine, alla elettrificazione ferroviaria, è facile rendersi conto delle ragioni della nostra ipotesi sulla grandiosità degli impianti futuri. Qualcuno potrà obbiettare a questo nostro ottimismo che, se avverrà l'auspicata generale « ripresa », anche dovrà diminuire grandemente il costo del combustibile; ma si può rispondere che con il costo del fossile dovrà diminuire pure quello di tutti i materiali da costruzione e potrà tutt'al più ripristinarsi uno stato di equilibrio e di concorrenza fra centrali idroelettriche e centrali termoelettriche. E giova sperare che, dopo l'esperienza del recente passato, non si dimenticherà più che l'avvenire d'Italia è nell'energia idraulica.

Nuovo scaricatore selettivo.

L'ing. PRINETTI parla oggi del suo nuovo tipo di scaricatore selettivo del quale si ebbe notizia durante il congresso di Roma. I grandi progressi compiuti in questi ultimi anni nello studio dei fenomeni di sovratensione, permettono oggi di esaminare con buona sicurezza « sulla carta » il comportamento di un nuovo tipo di scaricatore, e lo scaricatore Prinetti può dirsi abbia felicemente superato questo esame. D'altronde esso ha già affrontato anche la prova pratica e noi auguriamo che la esperienza possa in breve tempo confermare le buone previsioni.

LA REDAZIONE.

TECNICA DEI GRANDI TRASPORTI DI ENERGIA IN ITALIA

Ing.ri COPPOLA, LIGUORI, NERI e MELINOSSI

Relazione alla XXV Riunione Annuale
Roma, novembre 1920

Come è noto, in Italia il problema dei grandi trasporti di energia riveste una speciale importanza per la povertà dei combustibili fossili del nostro Paese, e le necessità di importarne dall'estero la minor quantità possibile, nonchè per la opportunità che le eccedenze di energia idroelettrica stagionali della zona alpina servano ad integrare le deficienze derivanti dal regime idraulico della zona appenninica, data la circostanza favorevole che i periodi della magra nei corsi di acqua alpini ed appenninici sono spostati gli uni rispetto agli altri.

Gli impianti alimentati da corsi di acqua alpini aventi bacini imbriferi ad altitudine notevole e che spesso includono ghiacciai o zone di nevi perpetue, dovrebbero per la continuità della loro erogazione (le magre iemali dei fiumi alpini sono di gran lunga meno sentite che non quelle estive dei corsi d'acqua appenninici, i quali di regola hanno bacini ad altitudine molto bassa e andamento prevalentemente torrentizio) oltrechè sopperire al fabbisogno di energia di tutta la distribuzione della pianura padana, funzionare altresì da integrazione delle reti dell'Italia Centrale, assicurando alle stesse una stabilità economica di esercizio che difficilmente potrebbesi ottenere seguitando a provvedere a questa integrazione colle vecchie centrali termiche delle singole reti.

Per questi scopi si rendono necessari in Italia i grandi trasporti di forza.

Può quindi affermarsi che è di interesse e di utilità nazionale il problema del collegamento fra le diverse reti italiane. Ed a questo proposito giova ricordare l'esempio della California dove, con adatto impianto di interconnessioni, quei tecnici sono riusciti ad eliminare quasi del tutto il consumo del combustibile nelle centrali termiche.

Si può fare una prima distinzione:

A - Collegamenti destinati a scambi di energia fra reti che servono zone contigue o sovrapponentisi ed in questo campo vi è ben poco di nuovo da dire. Queste linee funzionano quasi sempre al potenziale ed alla frequenza di una delle reti da collegare, per evitare la doppia trasformazione.

B - Collegamenti che partendo da una zona di superproduzione di energia elettrica (grandi bacini montani o miniere di combustibili fossili) si dirigano verso zone ove il consumo o la richiesta siano più forti della produzione ed ivi alimentino le reti di distribuzione già esistenti. Questi collegamenti funzionerebbero quasi come dei grandi « feeders » a servizio di estremità attraversanti più regioni e destinati a formare l'ossatura di una grande rete primaria che interessi tutta la Nazione.

Di questo secondo sistema di collegamenti noi intendiamo occuparci in queste nostre note.

★

Il problema della scelta delle tensioni e del tipo di linea più convenienti per una data potenza da trasportare ad una data distanza, in generale, è un problema perfettamente determinato, quando in ogni singolo caso siano definiti i prezzi dei conduttori, del ferro, degli isolatori ed altri materiali da condutture, del kW-anno, le quote di interessi ed ammortamento per il capitale immobilizzato, le spese di manutenzione, ecc.

Tutti questi elementi sono delle variabili che dipendono in notevole misura dalle condizioni di mercato, e poco variano per i diversi impianti. Anche il prezzo del kW-anno per gli scambi di energia da farsi cogli impianti idroelettrici esistenti viene ad esser pressochè determinato, e quindi per calcolare la tensione e le altre caratteristiche delle linee che in Italia sono da prevedersi per i grandi collegamenti fra rete e rete, si rende necessario a priori di determinare in massima quali potranno essere le potenze da trasportare e la distanza del trasporto.

Ciò premesso, tenuta presente la distribuzione geografica delle nostre principali zone di produzione e di quelle del consumo di energia elettrica, e le diverse caratteristiche che nel corso dell'anno presentano i gruppi d'impianti dell'Italia Settentrionale e dell'Italia Centrale, si può arrivare a stabilire qualche dato fondamentale per la impostazione del complesso problema.

Dalla statistica compilata dalla A. E. I. si ricava che le provincie che hanno la maggior potenza idraulica in kW installati sono le seguenti:

CUNEO	kW 112 000
BRESCIA	» 90 000
MILANO	» 72 000
TORINO	» 75 000
NOVARA	» 70 000
BERGAMO	» 40 000
PERUGIA	» 80 000
ROMA	» 48 000

Tutte le altre provincie hanno una potenza idraulica installata inferiore a 22 000. Considerando che le provincie ove le utilizzazioni idrauliche sono più numerose sono prossime a importanti centri industriali, ove il consumo di energia è più grande, e che solo una parte, assai limitata, di detti kW è oggi effettivamente disponibile nelle centrali, e tenendo conto degli eventuali nuovi impianti che però anche in prossimo avvenire saranno bensì in aumento, ma con lento progresso, si può dedurre che difficilmente saranno da trasportare potenze maggiori di 22 000 kW per terna e per distanze più grandi di 500 km. Riteniamo, anzi, che questi estremi siano dei massimi che non verranno sorpassati per un certo numero di anni, e quindi ad essi ci riferiremo nelle nostre considerazioni.

★

Chi, nella scelta della tensione da adottare per una importante linea di trasporto ad altissimo potenziale, segue il criterio derivante dall'effetto corona (per il quale viene praticamente assegnato ad ogni voltaggio un minimo di sezione del conduttore, al disotto del quale le perdite per effetto corona sono eccessive), arriva ad un risultato a prima vista alquanto singolare, ma che, come si vedrà, non è che la conseguenza delle esigenze della tecnica. Risulta infatti che, in base al criterio dell'effetto corona, e facendo astrazione dal caso di linee di lunghezza così limitata che il costo degli apparecchi terminali, notevolmente variabile col voltaggio di esercizio, possa eccessivamente influire sul prezzo di costo della linea, e non tenendo infine conto delle variazioni di costo nella palificazione in dipendenza del voltaggio di esercizio, la sezione del rame da adottarsi ed il potenziale di servizio sono solo funzioni della potenza da trasportare, e non della lunghezza della linea. Naturalmente ciò deve intendersi fino a quella lunghezza di linea oltre la quale la caduta di potenziale superi i limiti praticamente ammissibili.

Tale risultato, con le limitazioni dette, si deduce dalle considerazioni che possono derivare dall'applicazione della regola di Kelvin che dà la densità di corrente più economica.

Infatti la più economica densità di corrente in un conduttore è data dalla regola di Kelvin $D = \sqrt{\frac{c\,(i + a)}{C_1\,\rho\,K}}$ (ove D, è la densità in ampère per mmq di conduttore, c il costo di un decm³ di rame, i ed a le quote annue di interesse ed ammortamento del capitale impiegato, ρ la resistenza del rame, C_1 il costo del kW-anno e K il coefficiente di utilizzazione). Si vede intanto che la densità da adottare è del tutto indipendente dalla lunghezza della linea.

D'altra parte per la formula di Peeck, che dà il potenziale critico per effetto corona e_0, si ha:

$$e_0 = m_0\, g_0\, \delta\, r\, \log_e \frac{d}{r}$$

(nella quale m_0 è un coefficiente dipendente dal tipo di conduttore ($m_0 = 1$ per filo pieno, $m_0 = 0.85$ per corda) g_0 = gradiente minimo di potenziale per il quale avviene la scarica in aria ($g_0 = 21$ kV/cm) δ = densità dell'aria, r raggio del conduttore e d distanza fra i conduttori); si vede che il potenziale critico varia rapidamente con la sezione del conduttore e lentamente (col logaritmo) con la distanza fra conduttori. D'altra parte, nell'uso corrente, vengono adottate delle norme pratiche che per ogni potenziale di servizio fissano con sufficiente approssimazione la distanza fra i conduttori; si può quindi ritenere che la sezione minima da adoperarsi sia funzione solo del potenziale.

Ciò premesso, assegnata una certa densità di corrente, si ha che la sezione varia in modo inversamente proporzionale al potenziale: cioè l'economia del rame aumenta col crescere del potenziale, e con la conseguente diminuzione della sezione, però ciò è possibile finchè si arriva al limite, oltre il quale un aumento di potenziale richiederebbe (per essere costante la densità di corrente) una sezione tale che le perdite per effetto corona diverrebbero troppo grandi; in quel limite si ha il potenziale più economico da adottare.

Ora le due formule di Kelvin e di Peeck che servono a determinare, in massima come si è visto, rispettivamente la densità di corrente ed il potenziale più economico non hanno in sè l'elemento lunghezza, quindi i resultati sono indipendenti dalla lunghezza stessa.

★

Riportiamo nella seguente tabella i risultati ai quali si arriva applicando i detti criteri, per un trasporto di 20 000 kW ad una distanza di 500 km., e per tre valori diversi del potenziale di esercizio, e cioè 110 kV, 140 kV e 170 kV

Questa tabella ci fa vedere intanto che nelle ipotesi premesse non ci troviamo nella necessità di spingere il potenziale di esercizio oltre i 140 kV, perchè l'aumento del potenziale di esercizio, per esempio da 140 a 170 kV, porta bensì ad una diminuzione delle perdite dal 10,2% al 4,2%, ma costringe ad adoperare una sezione di rame del 52% superiore, il che, con i prezzi odierni del rame e del kW-anno, renderebbe la soluzione del 170 kV meno conveniente.

LINEA DI TRASPORTO PER LA POTENZA DI 20 000 kW (una terna di conduttori) ALLA DISTANZA DI 500 km.

Tabella comparativa per potenziale di servizio	=	kV 110	kV 140	kV 170
Potenziale in arrivo	kV	110	140	170
» critico	»	135	170	210
Distanza conduttori	cm	300	375	460
Corda — diam. apparente	mm	12,2	15,0	18,5
Corda — sezione	mm^2	91,0	112,4	171,0
Filo — diametro	mm	10,1	12,6	14,8
Filo — sezione	mm^2	79,8	124	194,0
per cos $\varphi = 0,8$:				
Perdite % corda rame		23 %	10,2%	4,2%
» filo »		24,0	8,7	3,8
» corda alluminio		37,0	17,0	7,0
» filo »		40,0	13,5	6,5

La tabella dimostra inoltre che nel caso teorico supposto il potenziale di 110 kV darebbe luogo ad ingenti perdite. Però non si può escludere a priori che tale tensione (che non sarebbe la più conveniente agli effetti del solo rame) possa riuscire quella più indicata, quando si tenga conto altresì dell'aumento di spesa derivante dagli altri elementi, a cui si va incontro nella costruzione della linea, a misura che cresce il potenziale di esercizio; aumento di spesa che potrebbe giustificare anche l'impiego di una tensione non superiore per es. ai 110 kV, con una sezione dei conduttori più grande di quella minima da adoperare per l'effetto corona con tale tensione.

Vedremo in seguito, parlando dei materiali da usarsi e delle caratteristiche da tenersi presenti nel calcolo delle condutture, che anche altri elementi tendono a determinare un limite massimo che si aggira intorno a 120 kV oltre il quale non è opportuno, allo stato attuale della tecnica, spingere il potenziale delle grandi linee di trasporto che abbiano le anzidette caratteristiche.

PALI.

Per linee destinate a grandi trasporti di energia con alti potenziali, elementari considerazioni sulla spesa di manutenzione ed ammortamento portano a fare scartare senz'altro l'impiego di pali a traliccio in legno; anche dove si possa disporre di legno da costruzione a prezzi assai bassi. In America qualche linea ad altissimo potenziale venne bensì montata su pali di legno, ma si tratta generalmente di impianti con carattere di provvisorietà, e che vennero gradatamente sostituiti da linee montate su sostegni in ferro. I pali di cemento armato (tipo a tralicci o tipo a sezioni piene) ebbero qualche applicazione per l'addietro, e presentano il notevole vantaggio di non richiedere, o quasi, spese di manutenzione dopo il primo impianto. Oggi, peraltro, dato il prezzo del cemento e della manodopera, che occorre in misura piuttosto rilevante per il montaggio del cemento armato in opera, questo tipo di pali non presenta alcuna convenienza economica.

Passando ai pali metallici, tralasciamo di prendere in esame i sostegni in ferro a sezione circolare degradante (tubi Mannesmann) i quali si possono prestare più specialmente per campate di lunghezza limitata ed in rettifilo e limitiamo il nostro esame ai tipi normali.

Normalmente si possono studiare i sostegni in ferro a traliccio con due sistemi diversi:

a) palo a traliccio a quattro montanti, a base quadrata oppure rettangolare, collegati da traliccio semplice, con sezione che va leggermente diminuendo dalla base all'estremità, e blocco unico di fondazione; tipo usualmente adoperato in Italia anche per notevoli trasporti di energia.

b) palo a traliccio con larghissima base e forte rastremazione, specie di torre di acciaio (steel tower) a forma talvolta nettamente piramidale, con intralicciatura composta e 4 blocchi separati di fondazione, per ognuno degli incastri dei montanti principali (piedi del palo), tipo largamente usato per importanti trasmissioni in America.

Evidentemente il secondo tipo si può considerare come derivato dal primo, con l'allargamento notevole della base, ed il conseguente maggior sviluppo dell'intralicciatura e dei collegamenti.

In certi casi poi, e qualora si vogliano, per ridurre l'altezza del palo, mantenere i tre conduttori di una terna in un piano orizzontale, anche per tensioni non elevatissime, si rende necessario dare un forte sviluppo alla dimensione trasversale della sezione, mentre che nel senso longitudinale può bastare la dimensione normale. E' esempio di questo tipo la palificazione del «Volturno», che si può dire partecipa delle caratteristiche dei due sistemi a) e b).

Nei pali a) le limitate dimensioni della base offrono molti vantaggi, fra cui principali sono l'economia nel costo, giacchè il peso è generalmente inferiore di molto a quello dell'altro tipo, e la facilità di montaggio e messa in opera.

Tuttavia, quando la tensione è al di sopra dei 70 ed 80 kV, e diventa quindi necessario l'impiego di isolatori a sospensione, e l'uso di conduttori a grande sezione, anche supponendo i conduttori di una terna disposti in due o più piani orizzontali, considerazioni economiche portano ad un aumento della rastremazione del palo e ad un allargamento della base; inoltre per non avere un peso eccessivo nei tralicci, alla intralicciatura semplice, specie nella base del palo, viene sostituita la intralicciatura doppia a croce.

Così avviene il passaggio al tipo Americano, nel quale, mercè il grande allargamento della base, si realizza una notevole economia nella fondazione, che invece di esser costituita da un unico blocco di calcestruzzo come nei tipi a), che talvolta raggiunge la cubatura di 10 mc e più, è data da 4 blocchetti di dimensioni e cubatura limitatissime, i quali servono pel fissaggio dei 4 montanti principali.

Questa considerazione spiega come si possa con notevole beneficio adottare, ora che il prezzo del cemento è a cifre favolose, un tipo americano, quasi piramidale anche per sforzi non eccessivi, dato che l'eventuale eccesso di peso e di prezzo nel ferro può essere largamente compensato dal risparmio nel blocco di fondazione.

Si noti che con il palo a larga base si verifica una rigidezza assai superiore, ma con l'uso degli isolatori sospesi, questo inconveniente non ha conseguenze in pratica. Anzi, poichè le linee ad isolatori sospesi presentano la necessità di intercalare nella linea pali molto resistenti e rigidi di ammarraggio, anche questi pali si possono ottenere senza eccessivo dispendio di ferro o costruzione troppo massiccia, con la forma piramidale americana.

E' opportuno rilevare, riguardo al palo a larga base, che nelle zone intensamente coltivate esso determina una maggiore spesa negli espropri e maggiori spese per danni cagionati durante l'impianto.

LUNGHEZZA DELLE CAMPATE.

Per linee ad elevatissimo potenziale si rende evidente la convenienza di adottare lunghezze rilevanti di campate.

Il costo di una linea, avuto riguardo alla palificazione ed astrazione fatta dal tipo dei sostegni, dipende dal numero e dal costo di ciascuno di essi. Ora, il numero dei sostegni e degli isolatori è inversamente proporzionale alla lunghezza della campata media, e il costo di ciascun sostegno si può dividere in due parti: una indipendente dalla lunghezza della campata ed una variabile colla lunghezza stessa.

Osserviamo che la parte fissa per linee ad elevatissimo potenziale costituisce una porzione molto rilevante del costo: sia per la forte spesa occorrente per gli isolatori e la morsetteria, sia perchè la notevole lunghezza delle catene isolanti di sospensione e la distanza necessaria fra i conduttori, nonchè la necessità di impiegare mensole molto sporgenti, rendono indispensabile una grande altezza del palo indipendentemente dalla lunghezza della campata.

La parte di costo del sostegno che cresce con l'aumentare della lunghezza della campata è invece una porzione meno rilevante del costo totale, ma ha un incremento molto rapido coll'ammontare della campata stessa. In ogni modo è certo che la lunghezza di campata più economica cresce col crescere del potenziale di esercizio. Osserviamo poi che l'isolatore rappresenta sempre un punto debole nella linea e che considerazioni di sicurezza di esercizio possono anche portare alla scelta di una campata di lunghezza maggiore della più economica.

D'altra parte altre considerazioni tendono a fare scegliere una campata di lunghezza la maggiore possibile. Così in lunghe campate variazioni forti di temperatura producono variazioni non troppo grandi nelle tensioni del conduttore; forti sbalzi di temperature, che in campate adiacenti corte e di lunghezza un po' diversa possono produrre forti squilibrii di tensione, e grandi deviazioni delle catene isolanti dalla verticale, (con relative anormali sollecitazioni di flessione nei pali), in campate di grande lunghezza, anche con differenze relativamente forti nella lunghezza delle due campate adiacenti, non producono effetti di squilibrio molto sensibili.

Altro vantaggio si ha nel fatto, che per campate molto lunghe gli eventuali errori commessi durante il montaggio, nella tensione di

posa dei conduttori, e gli squilibrii da ciò derivanti, producono minor danno e minori deviazioni dalla verticale delle catene, con conseguenti minori sollecitazioni nelle catene stesse.

Per lo studio delle grandi campate è interessante analizzare il comportamento delle corde bimetalliche. La corda bimetallica alluminio-acciaio presenta l'inconveniente, come ogni corda bimetallica, di avere proprietà meccaniche complesse, e ad un dato momento, dipendenti dagli sforzi a cui è stata assoggettata precedentemente, e le curve di deformazione del cavo possono essere diverse secondochè il cavo è nuovo oppure già stirato.

Non si può in questi cavi esattamente prevedere la ripartizione degli sforzi fra i due metalli quando avvengano grandi variazioni di temperatura, dati i diversi coefficienti di dilatazione termica. Può anche avvenire che al seguito di sforzi eccezionali l'alluminio sorpassi il suo limite di elasticità e resti deformato in modo permanente. In questo caso al diminuire del carico tutto lo sforzo viene sopportato dall'anima di acciaio, la quale deve così sostenere anche l'alluminio come un peso morto.

Osserviamo, di sfuggita, che il fissaggio delle corde bimetalliche, se non presenta difficoltà coi morsetti attualmente usati nei pali di sospensione semplice, viene però ad obbligare negli ammarraggi ad impiegare morsetti più costosi e di non rapido impiego, data la necessità in questi casi di fissare separatamente l'anima di acciaio ed il conduttore.

Comunque, per quanto non ancora esperimentato su vasta scala, l'impiego di cavi bimetallici può in certi casi permettere di adottare con convenienza economica, lunghezze di campate notevolmente più grandi di quelle che risulterebbero per conduttore omogeneo.

La lunghezza delle campate, oltrechè avere un limite massimo, dato dallo sforzo nel conduttore, ha altresì una limitazione, data dalla resistenza meccanica degli isolatori.

E' notorio che non si hanno ancora isolatori che possano resistere a tensioni meccaniche superiori a un limite relativamente basso, che per gli isolatori sospesi, attualmente in commercio, è di kg 4500 circa, e per i migliori isolatori rigidi di soli kg 2500. Oltre ciò, tenuto conto che col tempo gli isolatori sottoposti a sforzi meccanici notevoli e variabili, indubbiamente diminuiscono anche la loro resistenza meccanica, non si crede finora opportuno di sollecitare gli isolatori ad uno sforzo superiore a kg 1200. Ciò porta che nel caso di sollecitazioni meccaniche molto forti (conduttori di grande sezione, sostegni con forte angolo, ecc.) sia necessario l'impiego di due o più isolatori in parallelo.

Così nei pali normali della linea a 220 kV e conduttore Alluminio 347 mm^2 e Acciaio 45 mm^2 studiata dal Silver, si è previsto l'impiego di gioghi di 2 catene in parallelo e di sei catene nei pali d'ancoraggio.

Dobbiamo peraltro rilevare che questo sistema, oltrechè portare a forti spese d'impianto, dà luogo ad inuguale ripartizione degli sforzi sui varii isolatori in parallelo e conseguenti pericoli nell'esercizio.

Concludendo: Tenute presenti tutte le circostanze suaccennate, e le esigenze delle linee in esercizio, si puo', caso per caso, determinare la lunghezza di campata normale per ogni linea di trasporto. Dobbiamo peraltro soggiungere che nella pratica le lunghezze delle campate normali più convenienti sono relativamente uniformi, ed oscillano attorno ad un valore medio non molto superiore ai 200 metri; valore che con i materiali attuali non si può troppo sorpassare anche, per tensioni elevatissime, senza soverchio aggravio nell'impianto.

Nella tabella seguente riportiamo le lunghezze di campate normali per alcuni importanti linee di recente costruzione, sia con pali a traliccio del tipo europeo, sia con pali a larga base del tipo americano:

Linea del Volturno — 88 kV — (2 terne con isol. sospesi) campata media mt 200.

Linea del Pescara — 88 kV — (1 terna, isolat. rigidi) campata media mt 185.

Linea Chiusi-Piombino — 88 kV — (2 terne, isolatori rigidi) campata normale mt 200.

Linea Goesgen (Svizzera) Pouxeau (Francia) — 110 kV — (1 terna, isolt. sospesi) campata media mt 180.

Linea Big-Creeh-Los Angelos — 150 kV — (1 terna, isolat. sospesi) campata media mt 228.

Linea 220 kV progettata dal Silver — (1 terna, isolat. sospesi) campata media mt 243.

DISTANZE E DISPOSIZIONI DEI CONDUTTORI.

La distanza dei conduttori viene generalmente prefissata da norme pratiche, e per un dato valore del potenziale può oscillare lievemente attorno ad un determinato valore — determinato principalmente dalla lunghezza delle catene isolanti che si devono adoperare, e dalle oscillazioni a cui vanno soggette dette catene per gli sforzi dovuti al vento — in relazione colle distanze da mantenersi rispetto al palo a traliccio e colle traverse.

Naturalmente, fissata tale distanza, si deve controllare che essa non risulti troppo piccola, data la sezione del conduttore, per evitare le perdite per effetto corona: assumendosi, per le considerazioni già svolte, un potenziale critico superiore del 15-20% a quello di esercizio. Del resto si è già rilevato che variazioni anche notevoli nella distanza dei conduttori non vengono molto a modificare la sezione minima da adottare per evitare eccessive perdite corona.

Distanze medie sono le seguenti:

110 kV	distanza conduttori	300 cm.
140 »	»	375 »
170 »	»	460 »

*

La discussione sulla convenienza per grandi trasporti di avere una palificazione a due terne, o due palificazioni ad una terna, deve essere subordinata alla importanza del trasporto ed alla possibilità di eseguire riparazioni su di una terna senza togliere l'altra di servizio.

Riguardo alla disposizione dei conduttori si avrebbe, come è noto, il massimo vantaggio disponendo le tre fasi secondo i vertici di un triangolo equilatero, perchè così si ottiene l'equilibrio quasi perfetto fra le diverse fasi, rispetto a tutti i fenomeni elettrici; ma per altissimi potenziali, coi quali è particolarmente indicato l'uso del sostegno di tipo americano, si è nella necessità pratica di disporre, nella maggior parte dei casi, i tre conduttori in un piano orizzontale, nel quale caso uno di essi passa nell'interno della intralicciatura (una o due terne) oppure in un piano verticale (2 terne).

Effettivamente col tipo a torre d'acciaio gli americani largamente usano le tre fasi poste in un solo piano orizzontale.

In tal caso il potenziale critico verrebbe a variare sensibilmente dal filo centrale ai fili laterali; così pure i coefficienti di induzione e le capacità dei singoli conduttori variano da quello di mezzo agli esterni, provocando squilibrii fra le fasi che sono tuttavia di solito trascurabili nell'esercizio, sebbene assai rilevanti a vuoto. E' interessante a questo proposito riportare le differenze — dedotte dal calcolo dal Silver — per elevatissime tensioni fra il potenziale critico verso terra del conduttore centrale e di quelli laterali.

Potenziali critici calcolati dal Silver per fili disposti in uno stesso piano orizzontale distanti fra di loro m. 6,09.

Diametro conduttore	mm	20,6	23	24,3	27,8	30,5
Potenziale critico a secco						
filo centrale	kV	114	124	129	146	157
fili laterali	»	126	137	142	161	174
Potenziale critico sotto pioggia	»					
filo centrale	»	91	100	103	117	126
fili laterali	»	100	109	114	129	139

FILI DI GUARDIA.

Nella tecnica americana è generalizzato l'impiego dei fili di guardia nelle linee ad altissimo potenziale. L'opportunità del loro uso è però ancora molto discussa, in vista della diminuita importanza, col crescere della tensione, dei disturbi per scariche atmosferiche e sovratensioni in genere, e dell'aumento che essi portano nel costo dell'impianto.

Le opinioni sono discordi e le trattazioni teoriche e le esperienze pratiche sull'argomento non troppo esaurienti; però sembra che realmente di due linee attraversanti la stessa zona, una fornita di filo di terra e l'altra no, la prima presenti un minor numero di isolatori perforati durante l'esercizio.

Il filo di guardia può essere superiore a quelli di linea e può allora, entro certi limiti, funzionare da schermo per alcune perturbazioni atmosferiche; più di rado esso venne collocato al disotto dei conduttori. Il filo di guardia oltrechè servire per lo scopo suddetto, funziona altresì per la messa a terra dei sostegni metallici.

ISOLATORI.

Per ottenere il buon funzionamento in esercizio di una linea elettrica ad alta tensione, è necessario che l'isolamento di essa sia calcolato con una sufficiente larghezza, seguendo l'esempio dato dai calcoli per le costruzioni metalliche, ed in particolare per le costruzioni di parti di macchine, alla cui funzione quella dell'isolatore può essere paragonata.

Mentre in quelle costruzioni si scelgono coefficienti di sicurezza non inferiori a 4-5, riferendosi ai massimi sforzi, ed anche per sforzi ecce-

zionali, si richiede non venga superato il limite di elasticità, nella scelta degli isolatori — almeno in Europa — ci si accontenta di un coefficente di sicurezza di gran lunga minore anche se riferito al potenziale medio di esercizio.

Tale coefficiente viene poi addirittura ad annullarsi nel caso di sovratensioni in taluni casi prevedibili, od anche di speciali condizioni climatiche o altimetriche o di tracciato (altitudine, frequenza di giornate nebbiose o temporalesche, vicinanza al mare ecc.). Per l'altitudine noi possiamo prevedere in via approssimata che le variazioni dell'efficienza degli isolatori avvengono con legge quasi proporzionale alla densità dell'aria, e che aumentino quindi con l'altitudine i requisiti cui l'isolatore deve soddisfare per mantenere uguale fattore di sicurezza che in pianura.

Per le altre cause sovraccennate di diminuzione dell'efficienza degli isolatori non si possono dare regole precise, ma possiamo dedurre tuttavia che il coefficiente di sicurezza deve tenersi in tali casi assai più elevato che non nei casi normali; e ciò ad evitare interruzioni ed inciampi frequenti nell'esercizio.

Le caratteristiche elettriche dell'isolatore vengono desunte dalle prove di arco a secco, dell'arco sotto pioggia ,della perforazione sott'olio, oltre che dalla tensione critica di corona, tanto alle frequenze normali quanto a frequenze elevate.

Nelle linee ad altissime tensioni i disturbi dovuti alle onde di alta frequenza, od a fronte ripido, sono assai meno sentiti, poichè essi diminuiscono d'importanza relativa coll'elevarsi del potenziale di linea: quindi nello studio e nella scelta degli isolatori e delle loro caratteristiche, basta di solito attenersi ai requisiti relativi alle frequenze normali.

Per ognuna di queste caratteristiche deve essere assegnato un coefficiente di sicurezza riferito alla tensione di linea. Così per la tensione di perforazione (sia per normali che per alte frequenze) si dovrà avere un valore intorno a 1.5 volte quelli pei quali si ha la formazione dell'arco a secco o sotto pioggia; ma non si hanno, in generale, difficoltà ad ottenere che tale requisito sia soddisfatto, tanto per isolatori del tipo rigido, quanto del tipo a sospensione.

Riguardo alle tensioni d'arco a secco o sotto pioggia, osserviamo che per isolatori del tipo rigido sono di importanza prevalente le caratteristiche dell'arco sotto pioggia; invece per gli isolatori costituiti da sospensioni di più elementi, le curve che danno l'andamento delle tensioni a secco e sotto pioggia, in funzione delle variazioni di tensione e del numero degli elementi isolanti, non hanno un andamento parallelo, e mentre la prima è una curva che tende con l'aumentare degli elementi ad una parallela all'asse su cui si conta il numero degli elementi stessi — la seconda ha andamento rettilineo e per catene di dieci — quattordici elementi viene ad incontrare ed a sorpassare la caratteristica d'arco a secco (fig. 1). Perciò per le altissime tensioni (oltre 200 000 volt corr. alternata 127 000 verso terra) conviene riferirsi piuttosto per il coefficiente di sicurezza alla caratteristica d'arco a secco, per gli elementi in catena, il che costituisce un indice di maggiore importanza.

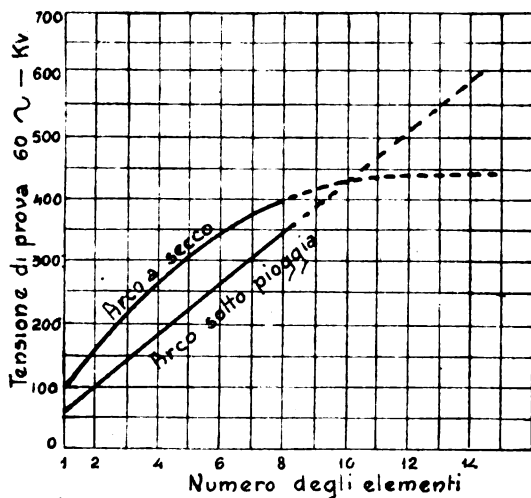



Fig. 1. — Curve d'arco a secco e sotto pioggia per catena d'isolatori sospesi.

Gli Americani, nelle loro linee ad altissimo potenziale, (linee dell'An. Sable Electric & C., Great Voll, Big Creek, ecc.) dove, a quanto pare, il numero delle interruzioni di linea per deficienza di isolamento sono pochissime in un anno, richiedono un coefficiente di sicurezza maggiore di 5 per l'arco a secco, e superiore a 4 per l'arco sotto pioggia (questo nel limite in cui la tensione d'arco sotto pioggia è inferiore a quella di arco a secco.) Per linee di potenziale sui 100 kV, od inferiore, il coefficiente di sicurezza usato è ancora superiore.

Notiamo, per incidenza, che mentre gli americani si riferiscono sempre a tensione semplice verso terra, (avendo nelle grandi linee ad alta tensione ormai comunemente il neutro a terra), negli impianti nostri invece dovremo riferire i coefficienti di sicurezza alla tensione verso terra che si può avere sopra di una fase quando un'altra fase sia messa a terra, nel caso che anche negli impianti ad altissima tensione da studiare in Italia si ritenga opportuno continuare ad attenersi alla pratica di isolare il neutro.

Riportiamo i seguenti coefficienti di sicurezza all'isolamento verificatisi per linee eseguite con isolatori « Locke »:

	Coefficiente di sicurezza per arco a secco	arco sottop.
150 kV (Big Creek 87 kV verso terra)	4,8	4,3
110 »	6	5,3
90 »	5,8	6
75 »	7,3	6,3

Riguardo alla tensione critica per effetto corona, osserviamo che è ormai indubitato che dagli effetti corona sugli isolatori dipende essenzialmente ciò che taluni chiamano l'invecchiamento della porcellana ed il rapido deteriorarsi degli isolatori per i fenomeni di jonizzazione e corrosione e per gli effetti termici ecc. prodotti dagli effluvii delle scariche corona. E' molto interessante quindi determinare la tensione alla quale nell'isolatore si incominciano a produrre le scariche superficiali, ed avere un coefficiente di sicurezza non inferiore a 2 contro tale tensione.

Rivestono pure importanza le misure di capacità negli isolatori, specialmente per gli isolatori a sospensione: ma esamineremo in seguito la necessità di tali misure.

★

L'impiego delle altissime tensioni per importanti linee di trasporto, impiego che dall'America viene generalizzandosi anche in Europa, è stato reso possibile solamente con la costruzione degli isolatori del tipo a sospensione.

Allo stato attuale della industria degli isolatori pare accertato darebbe un coefficiente di sicurezza rispettivamente di 5,3 = 4 = 7. di esercizio di 60 ÷ 80 kV, quindi per tensioni eguali o superiori a questo limite non vi è nessun dubbio sulla scelta di isolatori del tipo a sospensione.

Infatti il più efficiente isolatore del tipo rigido che è fabbricato dalle migliori Case presenta le seguenti caratteristiche:

arco a secco	250 000	volt
» sottopioggia	190 000	»
puntura sott'olio	340 000	»

che col potenziale concatenato di 80 mila volt, e il neutro a terra, darebbe come coefficiente di sicurezza rispettivamente di 5,3 = 4 = 7.

Per tensioni inferiori ai 60 kV i coefficienti di sicurezza con i quali lavorano gli isolatori a tipo rigido usualmente adottati sono sufficienti, e gli isolatori del tipo rigido hanno notevole minor costo di quelli a sospensione, aventi eguali caratteristiche.

Nel campo tra 60 e 80 kV di tensione l'isolatore rigido che può scegliersi ha una tensione per arco a secco, con coefficiente di sicurezza inferiore a 5; quindi se la linea deve essere sufficientemente garantita contro interruzioni di esercizio si rende necessario l'impiego di isolatori a sospensione, i quali offrono maggiori margini di sicurezza e migliori garanzie di buon funzionamento e mantengono spesso il servizio anche con un elemento della sospensione avariato. Se per la minore importanza della linea le considerazioni economiche sul costo di costruzione debbano avere la prevalenza, possono in quel caso essere adottati gli isolatori rigidi, di minor costo; per linee a tali tensioni (60 ÷ 80 kV) si hanno esempi in Europa con buoni resultati.

Comunque è da rilevare che il numero di interruzioni, riscontrato sulle nostre linee per guasti ad isolatori rigidi, è molto superiore a quello che le statistiche ci indicano per eguali tensioni ed eguali periodi di tempo sulle linee americane, attrezzate quasi esclusivamente con isolatori a sospensione.

Vantaggio caratteristico dell'isolatore a sospensione è poi quello di poter prevedere nella catena, oltre gli elementi direttamente indispensabili, un certo numero di elementi di riserva.

E' oltremodo interessante notare che, anche adottando isolatori a sospensione, *allo stato attuale della tecnica*, si ha un limite massimo al disopra del quale non potrebbe essere scelta la tensione dei grandi trasporti.

Infatti la capacità propria di ciascun elemento verso gli altri della catena, verso la terra e verso il filo metallico (con prevalente in-

fluenza della terra) e le conseguenti correnti di capacità variabili da elemento ad elemento, nonchè le correnti di corona anch'esse variabili colla distanza dell'elemento considerato dal conduttore, producono, come è ben noto, una ineguale ripartizione del potenziale totale applicato sui vari elementi costituenti la catena; cosicchè il primo elemento, quello cioè vicino al filo, viene a sopportare una differenza di potenziale di gran lunga maggiore di quella degli altri elementi.

Come già si disse, la curva caratteristica dell'arco a secco (come risulta dalla figura 2 riportata dal Peeck) tende a diventare parallela all'asse x, e quindi da un certo punto in poi ogni ulteriore aumento di isolatori diviene pressochè inutile. (Per l'arco sottopioggia, invece, le correnti di capacità hanno piccola importanza rispetto alle forti correnti di conduzione e, come si disse, la caratteristica si mantiene all'incirca rettilinea). Ulteriori aumenti del numero degli elementi oltre il 10° e l'11° non porterebbero quindi, sotto questo punto di vista, nessun vantaggio.

Si deduce che la scelta di tensioni sempre più elevate, qualunque sia il numero degli elementi componenti la catena, porta a sollecitazioni sul primo elemento talmente elevate da diminuire il coefficiente di sicurezza al disotto del limite stabilito.

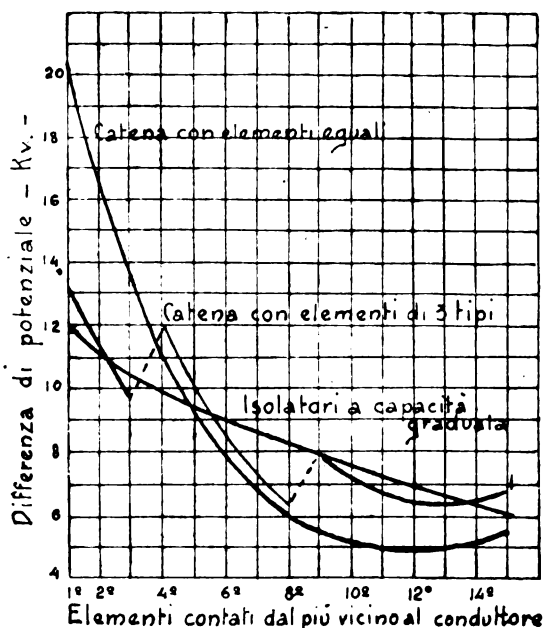



Fig. 2. — Distribuzione della differenza di potenziale fra gli elementi di una catena.

Il Silver trova per isolatori a sospensione con elementi del tipo a cappa e pernotto di diametro sui 25 centimetri, sollecitando la catena a $\frac{220\,000}{\sqrt{3}}$ volt contro terra che nessun beneficio si ha coll'aumento di elemento oltre il dodicesimo: ed in tali condizioni il primo elemento viene assoggettato a tensione sui 20 kV con fattore di sicurezza rispetto all'arco a secco, di 4,5 (mentre normalmente detto elemento non verrebbe impiegato, con il normale coefficiente di sicurezza a tensioni superiori a 15 kV).

In altre parole: aumentando il numero degli elementi e mantenendo costante la tensione non diminuirebbe sull'elemento più sollecitato il gradiente di potenziale, mentre i successivi si ripartirebbero tra loro in modo decrescente il rimanente salto. (Vedi fig. 2 sulla distribuzione della differenza di potenziale sugli elementi di una catena).

Per detto tipo di isolatori si può ammettere che il limite massimo d'impiego è per tensioni di 220 kV (127 verso terra). A tale potenziale e per catene di 11 elementi il coefficiente di sicurezza per l'arco a secco è di 3.7, lievi modifiche porta il 12° elemento, gli elementi successivi restano di sicurezza all'isolatore.

Caratteristiche poco diverse danno gli altri tipi di isolatori a sospensione. Si può quindi concludere che nelle condizioni attuali la tensione dei grandi trasporti (per non diminuire il coefficiente di sicurezza oltre i limiti già bassi sopra ricordati) non potrebbe in nessun caso superare quella della linea proposta dal Silver, e cioè 220 kV tra le fasi, e 127 kV verso terra.

Per l'impiego di tensioni superiori si renderebbe necessario comporre catene di isolatori (attualmente non in uso) aventi caratteristiche molto maggiori che quella dei tipi attualmente costruiti; con questo metodo però si ha lo svantaggio dell'alto costo della catena e quindi della linea. Altri metodi per risolvere il problema potrebbero consistere nell'uso di elementi a caratteristiche gradualmente variabili (impiego di 2 o 3 tipi di isolatori) tali da avere capacità decrescenti allontanandosi dal conduttore, oppure nel collocare sopra od intorno agli isolatori più vicini al conduttore delle lastre o degli anelli di metallo, così da ottenere delle capacità decrescenti. Questi sistemi, però, non hanno ancora la sanzione dell'esercizio.

Gli isolatori a sospensione più usati, dei quali la pratica ha riscontrato pregi e difetti, sono gli isolatori a cappa metallica e pernotto, e gli isolatori a disco con collegamento diverso dai perni.

Gli isolatori a cappa metallica hanno dato, sino a poco tempo fa, notevoli disturbi nell'esercizio, e tali disturbi sono stati attribuiti ai differenti coefficienti di dilatazione della porcellana e del ferro, ed alle azioni che gli agenti atmosferici od effluvii elettrici possono esercitare sul cemento. Le Case costruttrici, con studi accurati della forma, dei mastici cementizi ed elastici di collegamento, hanno cercato di rimediare ai difetti sopra accennati, e si hanno statistiche confortanti sui moderni impianti riguardo alla durata ed al comportamento in servizio di tali isolatori.

Gli isolatori a disco, tipo Hewlett-Link per difficoltà di costruzione, per alto costo e per la entità dei fenomeni corona rispetto agli altri tipi, sono stati finora poco adottati. Si hanno attualmente buone notizie di sicurezza e durata di buon funzionamento, ma i periodi di esperienza sono ancora brevi, e non si possono stabilire ancora dei dati positivi. L'isolatore a disco Jeffery - Dewitt, con collegamento a ragno e mancanza di cappa cementata, pare risponda ad esigenze di maggiore efficienza; ma anche di questo tipo di isolatore l'esperienza non si è ancora pronunciata sufficientemente, sulla sua durata di buon funzionamento, in esercizio.

Altri isolatori sono stati progettati, e sono in corso di prova; nei quali si cerca di aumentare le caratteristiche elettriche e le caratteristiche meccaniche con studio razionale (isolatori Venturini, Castelnuovo-Tedesco, Prinetti ed altri in Italia), sia del tipo a doppia cappa e pernotto interno, sia del tipo a bastone in porcellana od in legno; ed è sperabile che taluno di questi tipi di isolatori, attualmente in istudio, corrisponda alle promesse derivanti dal loro esame teorico.

ATTACCO DEL CONDUTTORE AGLI ISOLATORI.

Tralasciamo la descrizione dei sistemi in uso per l'attacco del conduttore, sia sugli isolatori rigidi sia su quello a sospensione, che rispondono abbastanza bene alle esigenze per conduttori omogenei. Per corde con anima interna di acciaio gli Americani usano morsetti con due attacchi, l'uno per l'anima di acciaio e l'altro per il conduttore esterno.

Speciali difficoltà pare non debbano presentare i morsetti di sospensione e di ammarraggio per corde di grande sezione, che potranno rendersi necessarie con l'adozione degli altissimi potenziali.

Debbono naturalmente, per le altissime tensioni, essere evitate nei morsetti le punte e gli spigoli vivi per eliminare l'effetto corona, e si debbono avere svasati i fori di entrata e di uscita del conduttore, per evitare che bordi a spigolo acuto logorino le corde in seguito alle vibrazioni continue a cui sono soggetti.

MATERIALE E TIPO DEL CONDUTTORE.

La scelta del materiale del conduttore per le grandi linee di trasporto può farsi fra i seguenti:

alluminio, rame, alluminio con anima di acciaio, rame con anima di acciaio.

L'alluminio solo non ha sufficiente resistenza meccanica per le lunghe campate, che, come si è visto, sono economicamente convenienti per importanti linee; il rame invece, solo, è di uso abbastanza comune salvo per campate eccezionali (attraversamenti di grandi fiumi, ecc.). I conduttori di rame cavo, o conduttori di rame con anima di altri metalli che non sia acciaio, hanno dato prove non soddisfacenti.

Il conduttore di rame, con anima di acciaio, ha fatto buona prova, ma sono a temersi azioni elettrolitiche, tra lo strato di galvanizzazione dell'acciaio ed il rame. Invece, nei conduttori di alluminio con anima di acciaio, l'esperienza ha dimostrato finora infondato questo timore. Questa differenza si spiega col fatto che l'alluminio - zinco è coppia di metalli fra loro poco lontani nella scala elettrochimica, ed inoltre l'alluminio è elettropositivo; mentre il rame è più lontano dallo zinco nella scala elettrochimica, ed è elettropositivo rispetto a questo.

Per conduttori in alluminio, od in alluminio - acciaio, si ricordi che è necessario provvedere a dispositivi per un rapido spegnimento degli archi eventuali generatisi lungo la linea, per evitare che

i trefoli della corda, per il basso punto di fusione dell'alluminio, si fondano. Si deve quindi considerare l'impiego di rélais speciali che automaticamente ed istantaneamente riducano il campo dei generatori alle centrali per estinguere l'arco, permettendo poi subito automaticamente la ripresa della tensione al suo valore normale.

Per ogni caso e per ogni valore della potenza da trasmettere la scelta del conduttore dipende da considerazioni economiche che riguardano, sovratutto, le perdite dovute alla resistenza, all'effetto corona, all'effetto pellicolare, e le caratteristiche meccaniche.

Come è noto, l'effetto corona ha molta importanza per le elevate tensioni, per la sua relazione col diametro del conduttore; e la variazione delle perdite per effetto corona, a seconda del diametro della corda impiegata, deve essere oggetto del più attento esame.

L'effetto pellicolare assume una certa importanza per le grandi sezioni, specie per il caso di grossi conduttori di metallo omogeneo: il calcolo dell'effetto pellicolare per le corde con anima è molto più complesso che per i conduttori omogenei.

Così pure è molto complicato esaminare teoricamente l'influenza dell'anima di acciaio sui conduttori non omogenei, riguardo alla induttanza interna ed alla resistenza effettiva del conduttore. Molte esperienze si stanno facendo sull'argomento, e sembrerebbe risultare da esse che l'anima di acciaio eserciti effetti quasi trascurabili sulla resistenza ed induttanza della linea.

In conclusione si può dire, paragonando fra di loro il comportamento dei diversi metalli, che nel rame l'effetto corona è più intenso, l'effetto pellicolare meno sentito, che nei conduttori di alluminio. D'altra parte, sotto il punto di vista meccanico bisogna tenere presente che i conduttori di rame, o rame con anima, hanno minore area esposta al vento e quindi sono soggetti a minori sforzi totali, ma per contro maggiore peso che i tipi di conduttori in alluminio.

Confrontando poi i conduttori omogenei con i conduttori bimetallici si può dire che nei conduttori omogenei l'effetto corona è più intenso, e la sezione del materiale conduttore è meno bene utilizzata a causa del più sensibile effetto pellicolare; d'altra parte essi hanno minor sezione esposta al vento e quindi minori sforzi totali, minor peso e maggiore facilità di montaggio e costruzione.

Il vantaggio dell'alluminio, o dell'alluminio con anima di acciaio, di avere piccola perdita per effetto corona rende questo metallo specialmente adatto per linee che trasmettono potenze relativamente piccole, e che richiedono quindi sezioni di conduttore limitate. Alcune delle più importanti e moderne linee Americane, (come quella di Big Creeck a 150 000 volt) hanno conduttori di alluminio con anima di acciaio.

CARATTERISTICHE DELLE LINEE ELETTRICHE.

Per il calcolo delle grandi linee ad alta tensione le caratteristiche elettriche più interessanti sono, come è noto: la resistenza, l'induttanza, la capacità e la dispersione attraverso gli isolatori e per effetto corona. Tali caratteristiche determinano il comportamento della linea a vuoto, in corto circuito e sotto carico.

Resistenza elettrica. — Osserviamo che per conduttori aventi diametro superiore a 10 mm comincia a rendersi sensibile l'effetto pellicolare (Skin effect) e mentre per diametri appunto di circa 10 mm l'aumento di resistenza per effetto pellicolare è sul 2% pel rame e quasi insensibile per l'alluminio, per i diametri di 20 e più millimetri che possono avere le corde omogenee, e con anima di acciaio, per importanti trasporti di energia ad altissimi potenziali, l'aumento di resistenza pel rame va crescendo dal 3% ($d = 20$ mm) e per l'alluminio dall'1% in più, sempre per diametri sui 20 mm. Ad ogni modo, per conduttori omogenei si hanno formule abbastanza approssimate che danno l'aumento di resistenza per Skin effect mentre per corde con anima di acciaio è meno facile predeterminare l'effettiva resistenza.

Induttanza elettrica. — Come si è detto, l'impiego di corde con anima di acciaio rende complicato il calcolo dei coefficienti di induttanza; ma si è già osservato, sperimentalmente, la trascurabile influenza dell'anima nei conduttori. Negli altri casi l'induttanza può essere determinata colle normali formule. In linee molto importanti può convenire tenere esatto conto della influenza della posizione reciproca dei conduttori e dell'influenza della terra, assumendo metodi più precisi di calcolo che non quelli basati sull'ipotesi di conduttori equidistanti e di nessuna influenza del terreno.

Tuttavia, si rilevano differenze abbastanza piccole tra i valori calcolati coi metodi usuali ed i reali accertati dalle prove (differenza dal 4 al 5%): da qui la scarsa necessità di calcoli troppo rigorosi per determinare l'induttanza dei conduttori, anche nei casi estremi delle tre fasi in un sol piano orizzontale od in un piano verticale.

Capacità di linea. — La capacità di linea è dovuta non solamente ai conduttori, ma anche agli isolatori, ed è influenzata dalla presenza di masse conduttrici poste in prossimità della linea (suolo, pali metallici ecc.). L'influenza della capacità, nel comportamento elettrico delle lunghe linee, è così importante da giustificare una ricerca rigorosa della capacità dei conduttori tra loro e colla terra, (tenendo altresì conto dei conduttori superiori di terra, se esistono), e di misure accurate sulla capacità dei pali metallici o degli schermi metallici atti ad abbassare la tensione d'arco esterno (corda, anelli Nicholson) od a variare la capacità dei singoli elementi d'una catena.

Si ritiene che una analisi rigorosa di questi fenomeni condurrebbe a valori della capacità notevolmente superiori (circa del 10%) a quelli calcolati coi metodi normali.

Dispersione di linea. — Dipende dalle correnti di dispersione negli isolatori e dalle perdite per effetto corona. Dà origine alla componente wattata della corrente di carico e quindi alle perdite a vuoto. Si è già detto che perdite per effluvii corona sugli isolatori non dovrebbero avvenire se questi vengono scelti con un coefficiente di sicurezza abbastanza elevato.

Indagini teoriche e misure dirette sulle perdite per dispersione negli isolatori sono molto difficili, tanto più per la grande variazione di dette perdite a seconda delle condizioni atmosferiche, e valori ricavati con tempo secco sono soggetti a grandi variazioni con tempi umidi e nebbiosi. Si possono dedurre tali perdite dalla separazione delle perdite totali (riscontrate con misure dirette) delle perdite per effetto corona (calcolate secondo le formule pratiche, ad es. quella del Peek), o mediante esperienze sugli isolatori in diverse condizioni atmosferiche.

Di assai maggiore importanza, e tali, nelle moderne linee ad altissimo potenziale, da diventare fattori principali per la scelta della tensione, sono le perdite nei conduttori per effetto corona. La tensione critica disruttiva, per la quale comincia il fenomeno, è noto dipende oltre che dalla distanza, dal raggio dei conduttori, dal materiale e dalle condizioni superficiali del conduttore, anche dalla densità dell'aria, variabile a seconda dell'altitudine e le condizioni barometriche e di temperatura. Occorre perciò nel calcolo tenere presenti dette variazioni del potenziale critico: inoltre, a cagione delle asperità e della polvere alla superficie dei conduttori la perdita per effetto corona comincia di solito prima del potenziale critico calcolato per conduttori lisci. La perdita per effetto corona cresce con l'aumentare del potenziale, al di là di quello per cui comincia a rendersi sensibile, in ragione quadratica della differenza di potenziale e cioè con incremento rapidissimo. Ed è noto come la considerazione dell'effetto corona porti spesso a dover adottare diametri di conduttori superiori a quelli economicamente sotto gli altri riguardi preferibili.

Le perdite per conduzione negli isolatori e le perdite per effetto corona nei conduttori hanno notevoli incrementi per tempo piovoso o temporalesco. (Negli isolatori le variazioni delle perdite corona sotto pioggia non hanno nessuna importanza rispetto alle forti correnti di conduzione). Per linee di grande importanza è quindi anche necessario prendere in considerazione il fattore di temporale, cioè la percentuale del tempo nel quale il conduttore è soggetto a cause che ne accrescono l'effetto corona, come pioggia, nevischio, neve, nebbie ecc. Per importanti linee in regioni soggette a notevoli precipitazioni atmosferiche, od a lunghi periodi di nebbie intense, queste circostanze rivestono importanza notevole nelle considerazioni per la scelta della tensione di esercizio. Praticamente detto *fattore di temporale* può essere ricavato da osservazioni dirette, o dai bollettini metereologici delle regioni attraversate.

Le perdite per effetto corona, sempre sensibili per elevatissimi potenziali, devono per linee ben studiate mantenersi nei limiti del $0,4 \div 1\%$ della potenza in tempo asciutto; esse vengono, peraltro, ad essere molto aumentate durante i temporali, potendosi ammettere in essi una riduzione del 20% nel potenziale critico, e per linee operanti in prossimità del potenziale critico in tempo asciutto, le perdite possono aumentare al 10%. Ciò però, se i temporali siano estesi a tutta la linea, mentre per limitata estensione e breve durata di queste condizioni, tali perdite non costituiscono un grave inconveniente nell'esercizio.

Notiamo che nel funzionamento di una linea ad elevatissimo potenziale e in vicinanza del potenziale critico per effetto corona, si ha che ogni disturbo od incidente che ne aumentasse il potenziale normale verrebbe eliminato, o quasi dall'incremento rapidissimo delle perdite per effetto corona; e questa particolarità costituisce una vera sicurezza per l'esercizio, e giustifica di tenere il potenziale d'esercizio non molto al disotto del potenziale critico.

Naturalmente la linea deve funzionare per condizioni metereologiche normali più o meno vicino al potenziale critico, a seconda del fattore di temporale, e quindi a seconda della importanza complessiva delle perdite durante i temporali.

Notiamo ancora che le perdite per effetto corona risultano dalle esperienze sugli impianti alquanto maggiori di quelle predeterminate, (e mai inferiori per tensioni molto elevate a qualche kW per chilometro di linea).

INFLUENZA SUL COMPORTAMENTO IN CARICO ED A VUOTO DELLE COSTANTI DELLA LINEA

Sono ben conosciute le variazioni della tensione e della intensità di corrente e del fattore di potenza in lunghe linee, presentanti una notevole induttanza e capacità, e l'influenza di quest'ultima per il miglioramento del fattore di potenza della linea; nonchè i fenomeni dovuti alla corrente di capacità all'attacco della linea ed in caso di interruzioni improvvise.

Non ci fermeremo a discutere della influenza della frequenza, poichè allo stato attuale della tecnica, non sapendosi se i futuri progressi nelle trasmissioni porteranno alle bassissime frequenze o alla corrente continua, od altri sistemi, la frequenza da adottarsi per le nostre distribuzioni promiscue forza e luce non può essere che quella di 42 o 50 periodi della centrale produttrice, salvo conversione dall'una all'altra frequenza. Sta peraltro il fatto che con frequenze minori si notano minori le perdite corona ,e la minore esaltazione di fenomeni di capacità (effetto Ferranti) e di risonanza.

REGIME A VUOTO ED IN CORTO CIRCUITO.

La proprietà ben nota che si riscontra sulle linee dotate di sensibile capacità e che si manifesta con la presenza a vuoto di un voltaggio alla stazione di arrivo assai maggiore che alla partenza, ed, analogamente, in corto circuito di presentare corrente in arrivo assai maggiore di quella in partenza (fenomeno Ferranti) riveste speciale importanza in lunghe linee di elevata capacità.

Si sa che l'effetto Ferranti è prodotto dalla corrente di carica che circola attraverso l'impedenza della linea; si presenta solo a vuoto (ed in corto circuito per la corrente) e sparisce anche con carichi piccolissimi. Il coefficiente Ferranti, definito come rapporto tra la tensione alla generatrice e la tensione alla ricevitrice, come è noto, è indipendente dalla tensione e dalla corrente ed è una costante per una determinata linea e frequenza, e può essere calcolato in funzione delle costanti di linea e della frequenza.

Desso coefficiente è per linee aeree in generale minore di uno, (ad esempio per una linea di 350 km con conduttori omogenei di 100 m² di sezione distanti m 3 è circa K = 0,90); e, aumentando la lunghezza della linea il coefficiente decresce sino a poter raggiungere valori all'incirca di 0,50, (vale a dire che il potenziale all'arrivo risulta doppio del potenziale all'estremità di partenza); aumentando ancora la lunghezza il valore del coefficiente raggiunto un limite minimo può risalire (assumendo la curva dei valori del coefficiente in funzione della lunghezza andamento ondulato), sino a valori superiori a 1. Detti valori peraltro sono raggiunti solamente per lunghezze di linee teoriche molto superiori alle normali.

Ad es. per una linea in funzione avente resistenza 0,260 ohm, capacità 0.0105×10^6 farad, induttanza 0.0013 henry per km e frequenza 42, si sono calcolati valori di K di 0,985 per lunghezza di 185 km; 0,88 per 500 km, 0,63 per 1000 km, 0,54 per 1350 km, 0,56 per 1500 km (la curva tende a risalire dopo i 1400 km).

Influenza assai maggiore ha la frequenza sul coefficiente Ferranti, avendo in funzione di essa un andamento oscillatorio con parecchi massimi e minimi, con intervallo fra due massimi (per frequenze elevate corrispondenti a frequenza doppia di quella di libera oscillazione della linea). La presenza di armoniche superiori nella curva della tensione può quindi modificare parecchio l'andamento del fenomeno Ferranti. Così la presenza della 5ª armonica di ampiezza del 10% della fondamentale nella curva di tensione a vuoto può esaltare al 20 - 25% il fenomeno Ferranti, che per onda sinusoidale secondo il calcolo porterebbe un aumento del potenziale del 3 - 5% (esperienze di Kennelly).

In complesso per lunghezze fino a 400 km il valore di k è indipendente dalla distanza dei fili e dal loro diametro, e $I - K$ è proporzionale al quadrato della lunghezza della linea e della frequenza.

Si è gia detto che, in corto circuito, la corrente varia dalla stazione di partenza alla ricevitrice come la tensione varia a vuoto (il coefficiente Ferranti è lo stesso): il regime di carica può dirsi risultare dalla sovrapposizione dei due regimi a vuoto ed in corto circuito.

ANDAMENTO IN CARICO DELLA TENSIONE E DELLA CORRENTE

Sono noti gli andamenti ondulati delle curve della tensione, della intensità di corrente e del fattore di potenza, illustrati nei diagrammi teorici in funzione della lunghezza della linea di trasmissione.

Per linee non molto cariche e molto lunghe, la corrente di capacità diviene molto elevata, e tende ad eguagliare ed anche a superare la corrente di lavoro, migliorando notevolmente il fattore di potenza.

Questo effetto della capacità a carico ridotto può arrivare al punto di mantenere quasi costante il potenziale sulla linea per una lunga distanza, nel quale caso la corrente aumenta andando verso la stazione di partenza, e la differenza di fase alla centrale cambia addirittura segno, (fenomeno che può avvenire anche in linee sui 300 - 400 km con carichi molti ridotti).

Per lunghezze notevolissime la corrente di capacità potrebbe anche superare di molto la corrente di lavoro: potrebbe in questi casi essere consigliabile tentare una riduzione della frequenza.

Per linee invece cariche normalmente la corrente di linea diminuisce in modo molto sensibile verso l'estremità di partenza; per carichi molti forti, rispetto alla tensione, la corrente di lavoro ha forte sopravvento su quella di capacità, ed allora il beneficio della capacità nel miglioramento del fattore di potenza tende a diminuire, peggiorando il cos φ alla stazione di partenza, rispetto alle stazioni ricevitrici.

In ogni caso, per linee lunghe ed importanti, la corrente di carica assume sempre valori notevolissimi, e per importantissimi carichi se gli alternatori di linea dovessero fornire l'intera corrente di carica risulterebbero sovraccaricati, e si produrrebbero voltaggi elevatissimi sui quali non si avrebbero possibilità di sicuro controllo.

Si rende allora necessario, come negli ultimi impianti americani (Big, Creeck ecc.) l'impiego di condensatori sincroni e la costante inserzione dei trasformatori alla stazione ricevente; considerando come un solo gruppo generatori, trasformatori, linea, in partenza, trasformatori in arrivo, e mantenendoli collegati elettricamente. Speciali precauzioni devono poi ridurre al minimo gli effetti dei corti circuiti.

Interessa pure ricercare la frequenza pericolosa $f = \frac{1}{4\sqrt{CL}}$ che può dare origine ai fenomeni di risonanza sulla linea, cercando coll'opportuno collegamento dei generatori e con altri metodi, di ovviare ai fenomeni di risonanza, sopprimendo o diminuendo le armoniche d'ordine tale che in prossimità di esse possa aversi risonanza.

CONCLUSIONE.

Si è visto in principio che, date le quantità di energia in gioco, nelle eventuali grandi linee di trasporto in Italia e le distanze da superare, l'impiego delle altissime tensioni oltre il limite di 140 - 150 kV non sembra economicamente conveniente in nessun caso.

Abbiamo inoltre osservato che usando degli isolatori attualmente fabbricati con un margine di sicurezza proporzionato alle sollecitazioni anormali, alle quali sono soggetti nell'esercizio di queste linee, è necessario ridurre il potenziale a valori di non oltre 120 kV verso terra.

D'altra parte, per potenziali non superanti i 120 kV, vengono contenute in limiti tollerabili nell'esercizio le complicazioni che producono guasti negli isolatori e gli incidenti nel servizio.

Per queste ragioni ci sembra che si possa stabilire questo valore di 120 kV come il limite pratico della tensione da adottarsi per le grandi linee di trasporto nel nostro Paese.

★

Arrivati così al termine della nostra molto modesta comunicazione, sentiamo di dover chiedere venia se l'ampiezza dell'argomento ci ha obbligati a dilungarci eccessivamente su talune parti, che pure richiederebbero per la loro importanza trattazione ben più adeguata. E ringraziando i Colleghi che ci hanno favoriti della loro cortese attenzione, noi formuliamo l'augurio che le condizioni generali del Paese e dell'industria possano rapidamente migliorare, sì che si renda possibile di intraprendere l'attuazione dei grandi trasporti di forza che da tempo sono stati progettati, perchè con una razionale dislocazione dell'energia idraulica disponibile, e con lo scambio razionale della sovraproduzione di morbida nelle diverse regioni, si possa notevolmente ridurre — se non del tutto annullare — l'onere gravissimo che deriva al nostro Paese dall'importazione del combustibile.

GRUPPI DI MACCHINE PER IL COLLEGAMENTO FRA RETI A FREQUENZE DIVERSE

Ing. ERNESTO VANNOTTI.

:: Comunicazione alla XXV Riunione Annuale dell' A. E. I. ::
:: :: :: :: Roma, 12-16 novembre 1920 :: :: :: ::

(Continuazione e fine, v. N. 1)

Gli inconvenienti che si produrrebbero quando un nuovo gruppo fosse accoppiato in parallelo ad un altro (che già funziona a carico come collegamento delle due reti) prima di correggere lo sfasamento di cui sopra, possono essere evitati coi quattro sistemi seguenti:

1° *Sistema.* La soluzione più ovvia consiste nel caricare artificialmente il nuovo gruppo, ad esempio con un reostato a liquido, fino a ottenere la concordanza delle fasi. La fig. 15 mostra lo schema di questo dispositivo caratterizzato da un sistema di sbarre ausiliarie *D*, che permette di collegare il reostato all'uno o all'altro gruppo. Il gruppo *I* collega le due reti f_1 f_2: il nuovo gruppo *II* viene avviato e quindi allacciato alla rete f_2 chiudendo l'interruttore A_2, quando il rotore della macchina M_2 ha raggiunto la giusta posizione rispetto al gruppo *I*, come detto più sopra. Si chiude allora l'interruttore C_2 e si carica il generatore G_2 sul reostato *R*. Quando, regolando opportunamente il carico e la tensione di G_2, i sincronoscopi dimostrano concordanza di fase fra la f. e. m. di questo alternatore e le sbarre f_2, si chiude l'interruttore B_2. Si riduce quindi a zero il carico su *R* e si apre C_2. I gruppi *I* e *II* si ripartiranno il carico in relazione alle loro caratteristiche.

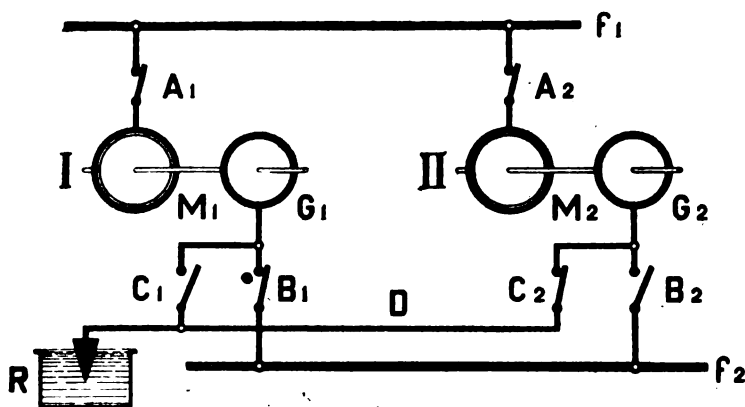



Fig. 15.

Questo sistema relativamente semplice, non si può sempre applicare in ogni caso; esso richiede poi una certa cura nelle manovre.

Il carico preventivo del gruppo fino a ottenere lo sfasamento necessario per collegarle senza colpi di corrente, si può realizzare in condizioni migliori e assai più pratiche di quelle anzidette quando, come nel caso più volte citato della centrale di Robbiate, i gruppi sono azionati direttamente dai motori primi.

Il nuovo gruppo da allacciare viene collegato con una macchina alla rete corrispondente: quindi, agendo in modo opportuno sul regolatore del motore idraulico o termico del gruppo stesso, si fa assumere a questa macchina un carico tale da compensare lo sfasamento fra l'altra macchina del gruppo che funziona a vuoto e la seconda rete. Quest'ultima macchina si potrà allora mettere in parallelo senza inconvenienti. Così pure la ripartizione del carico si potrà effettuare agendo convenientemente sui regolatori dei motori primi suddetti.

2° *Sistema.* E' stato descritto da J. B. Taylor in America e consiste nell'inserire una bobina di reattanza nella linea del motore del nuovo gruppo, allo scopo di ottenere uno sfasamento tra la tensione ai morsetti del motore e quella della rete. Lo sfasamento è proporzionato in modo da produrre nel generatore a vuoto la concordanza di fase fra la f. e. m. di questo e la f. e. m. della rete corrispondente. Allora si può chiudere l'interruttore del generatore, evitando ogni colpo di corrente, e la bobina viene quindi levata gradatamente dal circuito. La bobina può anche restare in circuito, e servire a ripartire il carico mediante una conveniente variazione dell'eccitazione del motore.

In base all'esperienza acquisita nelle centrali ove funzionano degli alternatori in parallelo, è lecito esprimere qualche dubbio sulla pretesa possibilità di ripartire il carico fra i gruppi mediante la bobina del Taylor, entro limiti estesi, e in genere sulla praticità del sistema stesso. Siccome i gruppi debbono, nella maggior parte dei casi, ed in quanto è consentito dalla loro prestazione elettrica, servire anche da condensatori sincroni, così è evidente che l'inserzione della bobina in discorso, allo scopo di ripartire il carico, turberà in certo qual modo le condizioni generali di funzionamento, e comunque renderà alquanto delicata la manovra di regolazione dell'eccitazione.

3° *Sistema.* E' costituito dalla possibilità di spostare meccanicamente di un certo angolo lo statore (eventualmente il rotore) di una unità del gruppo, attorno all'asse della macchina durante il funzionamento di questa, secondo il vecchio brevetto Schuckert. In questo brevetto il sistema già noto antecedentemente di spostare concentricamente l'indotto rispetto all'induttore, è applicato ai gruppi che ci interessano, allo scopo di variarne il carico quando essi funzionano in parallelo.

Di regola, il dispositivo di spostamento concentrico si applica, per ragioni costruttive, allo statore e precisamente a quello della macchina a frequenza più alta, onde diminuire l'ampiezza dello spostamento che occorre per compensare l'angolo di cui sopra. Però la costruzione del dispositivo in discorso risulta evidentemente alquanto complessa, sopratutto quando si considerino le grosse unità che occorrono oggigiorno, e si pensi alla necessità che le stesse debbono potersi spostare sotto carico, anche in senso antagonista alla coppia che corrisponde a quella sviluppata o assorbita dal rotore e che ha evidentemente un valore notevole. Gli organi di spostamento sono muniti, di solito, di un dispositivo per fissare lo statore nella posizione conveniente. Questa sarà simile o corrispondente a quella dell'altro o degli altri gruppi che funzionano in parallelo, in modo che il carico risulti distribuito uniformemente su tutti i gruppi in proporzione della potenza dei singoli.

La manovra dell'accoppiamento del gruppo è relativamente semplice. Una volta che una macchina sarà allacciata alla rete corrispondente, secondo i metodi più sopra descritti, e l'altra macchina sarà eccitata, si potrà trovare l'esatta concordanza dell'onda della f. e. m. di questa con quella della rete, spostando convenientemente lo statore mobile, sia del motore che del generatore. Chiudendo allora l'interruttore del generatore si eviterà ogni colpo di corrente. Quindi, spostando lo statore nel senso contrario alla rotazione, il carico verrà trasferito gradatamente sul nuovo gruppo e nella misura voluta, in modo analogo al fenomeno che si verifica nelle centrali quando, agendo sull'organo di regolazione del motore primo di un alternatore, il rotore di questo tende ad accelerare e spinge l'asse dei poli oltre la posizione sincrona della fig. 10.

Il lavoro per spostare lo statore corrisponderà a quello che occorre per vincere l'attrito meccanico (tenuto conto della coppia di rotazione corrispondente al carico) più quello dovuto alle perdite relative alla caduta di tensione interna della macchina, cioè, nel caso della figura 12, $I\,[e_0 \cos(\alpha + \varphi) - E \cos\varphi]$.

Per staccare un gruppo dalle reti si procede inversamente, cioè si sposta lo statore nel senso della rotazione della macchina (riduzione di γ); il carico si trasferirà allora da questo sugli altri gruppi. Si potrà quindi staccare il gruppo anzidetto, senza inconvenienti, ammesso che l'eccitazione della macchina sia regolata in modo opportuno.

Quando si tratti di potenze notevoli, converrà prevedere un servomotore idraulico per lo spostamento dello statore. Si potrà allora regolare facilmente la ripartizione del carico fra i gruppi funzionanti in parallelo, secondo quanto dissi più sopra, agendo sul servomotore mediante un relais comandato a mano ovvero con un dispositivo automatico.

4° *Sistema.* E' quello brevettato dalla Brown Boveri, e che è basato sul principio di spostare elettricamente la fase della f. e. m. e_0 del generatore ovvero quella *E* della rete, inserendo fra le due una tensione sfasata regolabile *e*, generata fuori od anche nell'interno di una macchina sincrona del gruppo, in modo che la risultante dei vettori e_0 e coincida in grandezza ed in fase coll'altro vettore *E*.

Nel primo caso si adopera un regolatore a induzione ovvero un trasformatore regolabile, i cui circuiti secondari vengono collegati in serie coll'alternatore o colla rete. La fig. 16 mostra lo schema dell'impianto riferito a due gruppi *I* e *II*, con un unico regolatore a induzione *RJ*. Il gruppo *I* collega le due reti f_1 f_2; fra il generatore G_2 del gruppo *II* e la rete *f* è inserito il regolatore *RJ*. L'interruttore S_5 del motore M_2 è stato chiuso, appena che, a seguito della manovra del regolatore, fu raggiunta la coincidenza dell'onda della sua f. e. m. con quella della rete f_1. In tale posizione del regolatore il generatore G_2 non dà nè riceve energia dalla rete f_2. Manovrando ora il rotore del regolatore *RJ* nel senso di ridurre gradualmente a zero l'angolo di spostamento fra l'onda della f. e. m. di G_2 e quella della rete f_2, il carico si ripartirà uniformemente sui due gruppi. Allora si potrà chiudere l'interruttore S_2 e levare il regolatore dal circuito aprendo S_3 e il commutatore *U*.

Qualora occorresse regolare la ripartizione del carico fra i gruppi, si potrà lasciare inserito il regolatore a induzione e manovrarlo convenientemente, in modo analogo a quello che già ho descritto parlando del 3° sistema collo statore spostabile.

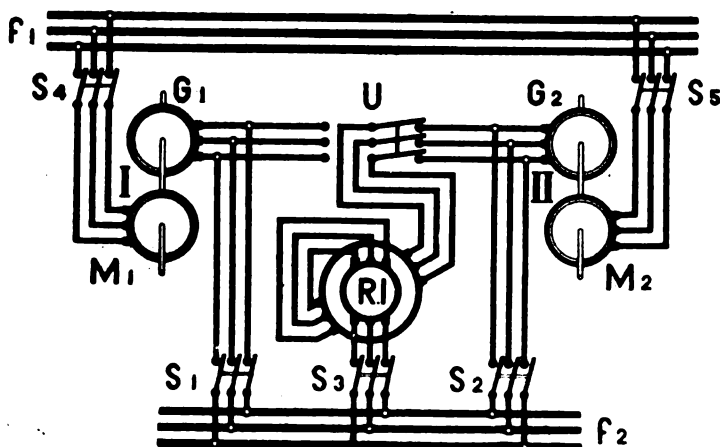



Fig. 16.

Nello schema della fig. 16 l'avvolgimento dello statore di RJ è collegato in serie con quello del rotore, per modo che la macchina agisce più propriamente come una bobina d'impedenza regolabile. Si può naturalmente usare in RJ il solito tipo di regolatore a induzione in cui il rotore è collegato in derivazione, e l'avvolgimento dello statore è in serie sulla rete. In ambedue i casi, spostando l'avvolgimento del rotore in confronto di quello dello statore, si varia la fase e la grandezza della f. e. m. E, considerata come risultante di e_0 e,

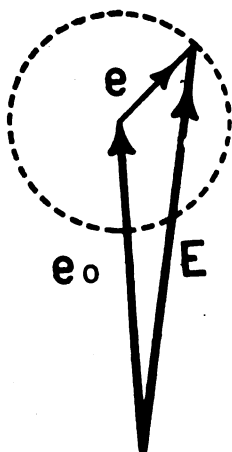



Fig. 17.

secondo il diagramma noto della fig. 17, in cui e rappresenta la f. e. m. indotta nel regolatore.

Lo schema della fig. 18 rappresenta il secondo caso in cui la f. e. m. ausiliaria e (sfasata) è generata da una macchina del gruppo stesso. Questo schema si riferisce al collegamento di una rete trifase f_2 con una monofase f_1. Nelle macchine monofasi G_1 G_2 un avvolgimento ausiliario montato negli interspazi dell'avvolgimento principale fornisce la f. e. m. in quadratura colla f. e. m. principale. L'avvolgimento principale è collegato con un morseto ad un filo della rete, e coll'altro ad un capo dell'avvolgimento ausiliario: a questo è allacciato in derivazione un reostato W_1 rispettivamente W_2, il cui contatto spostabile fa capo all'altro filo della rete. A seconda della posizione di questo contatto, l'avvolgimento ausiliario è percorso da una parte più o meno grande della corrente dell'avvolgimento principale e la tensione ausiliaria generata entra tanto meno in giuoco, come componente della tensione ai morsetti di linea, quanto più il contatto K_1 rispettivamente K_2 viene avvicinato al morsetto comune dei due avvolgimenti della macchina. L'avvolgimento ausiliario e la resistenza sono proporzionati in modo da compensare (nel caso indicato nello schema) lo sfasamento della f. e. m. di M_2 rispetto a quella della rete f_2, per cui, chiudendo l'interruttore S_2, non si verifica colpo di corrente di sorta.

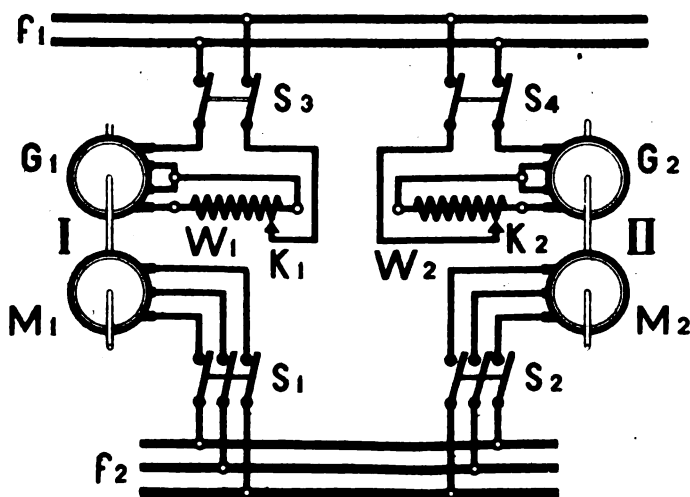



Fig. 18.

L'avvolgimento ausiliario si può montare naturalmente anche nelle macchine trifasi M_1 M_2 od anche sul campo magnetico. In quest'ultimo caso si montano due avvolgimenti induttori spostati nello spazio: il principale e l'ausiliario. Questo induce la tensione ausiliaria spostata nell'avvolgimento principale dell'indotto. E' opportuno però costruire il campo senza poli salienti.

Si possono anche riunire i due avvolgimenti del campo in un avvolgimento unico. Spostando in modo opportuno la distribuzione della corrente di eccitazione in questo avvolgimento, si ottiene un campo risultante che ha uno spostamento angolare rispetto all'asse dei poli, tale da produrre lo stesso effetto come lo spostamento meccanico angolare dello statore, più sopra descritto.

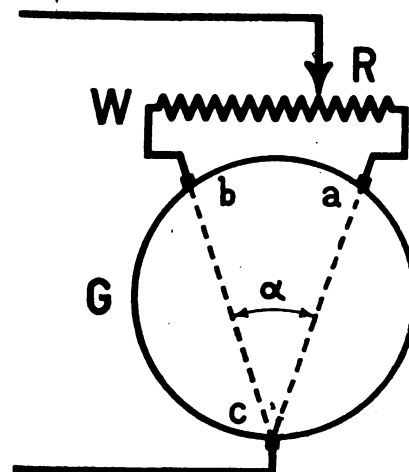



Fig. 19.

La figura 19 mostra schematicamente questo dispositivo. G è l'avvolgimento induttore di un campo bipolare, chiuso come l'indotto di una dinamo. Tra a e b è inserita una resistenza W sulla quale può scorrere un contatto mobile R. Quando questo contatto si sposta da b verso a, l'asse dell'avvolgimento gira di un certo angolo, che corrisponde all'angolo α formato dalle congiungenti ac e bc.

L'avvolgimento G può essere anche l'indotto: in tal caso si può adoperare una bobina di impedenza in luogo della resistenza.

In ambedue i casi si ottiene lo stesso effetto dello sfasamento dell'asse polare, ovvero dell'avvolgimento indotto, così come avverrebbe mediante uno spostamento meccanico del rotore o dello statore.

Il testo del brevetto Brown Boveri descrive dettagliatamente tutti questi dispositivi, nonchè parecchie varianti che riguardano differenti applicazioni del principio di inserire fra le reti e le macchine, la tensione ausiliaria sfasata e regolabile, atta a permettere che i gruppi possano collegarsi (attacco e distacco) e ripartirsi il carico secondo le esigenze, senza colpi di corrente od inconvenienti alle reti.

Prima di passar oltre, debbo accennare anche ad un altro tipo di gruppo sincrono, che è costituito da un'unica macchina nella quale tanto l'indotto quanto l'induttore sono muniti di due avvolgimenti, che corrispondono ciascheduno alla frequenza di una delle reti. La trasformazione della frequenza avviene quindi direttamente fra indotto e induttore, senza trasformazione meccanica sull'asse della macchina.

Esiste, tra altri, un brevetto di un alternatore doppio, per la produzione e la trasformazione di correnti le cui frequenze stanno nel rapporto da 1 a 3. Questa macchina è destinata essenzialmente a ricevere dell'energia trifase a 50 ∽ e produrne a 16 2/3 ∽, ma può anche essere utilizzata per allacciare due reti aventi queste frequenze. I due avvolgimenti nell'indotto sono distinti, ed hanno un numero di poli che stanno nel rapporto 1 : 3; similmente nell'induttore sono riuniti due sistemi di poli pure nel rapporto 1 : 3.

Si tratta tuttavia di macchine le quali, per quanto mi consta, non sono state ancora costruite per potenze di qualche importanza, poichè il loro costo deve risultare praticamente pari a quello di due macchine sincrone. Infatti, pur tenendo conto della circostanza che i flussi dei due sistemi si sommano geometricamente, per modo che in certe parti esiste una specie di compensazione, l'induzione nel traferro non può, per ogni sistema di poli, superare di molto la metà dell'induzione che si adotta in una macchina normale. D'altra parte la sezione del rame dell'avvolgimento indotto dev'essere pari alla somma delle sezioni del motore e del generatore; per cui, anche avuto riguardo al riscaldamento, non si può superare il valore delle ampère-spire per cm adottato nelle macchine normali. Qualche risparmio si può realizzare invece sul rame dell'induttore mediante speciali accorgimenti. Tuttavia il rapporto del diametro alla larghezza dell'indotto che corrisponde alla migliore utilizzazione dei materiali attivi, non è di regola lo stesso tanto per l'una quanto per l'altra frequenza; ne risulta quindi un compromesso nelle dimensioni, che non permette risparmio di sorta nei materiali attivi, in confronto del gruppo composto di due macchine distinte. Il minor peso dell'incastellatura e il rendimento leggermente migliore della macchina doppia, non possono evidentemente compensare le maggiori difficoltà di isolamento dei due avvolgimenti indotti, che si intrecciano, e quelle riguardanti la regolazione dei due circuiti, e la ripartizione del carico fra gruppi in parallelo.

Quando la trasformazione a corrente continua si ottiene mediante delle commutatrici, la regolazione del circuito nel senso suindicato, riesce alquanto delicata (soprattutto se fatta con dispositivi automatici), in relazione alle caratteristiche note di queste macchine.

La Società dell'Adamello ha installato nel 1913 presso le Acciaierie di Dalmine (Bergamo) un impianto interessante di trasformazione di frequenza con regolazione automatica sulla rete sussidiaria a corrente continua. La soluzione adottata risolve un problema alquanto complesso.

Le Acciaierie hanno infatti degli impianti ricevitori trifasi a 6500 volt, sia a 50 ∽ per l'energia proveniente dalla Società Lombarda di distribuzione dell'energia elettrica, che a 42 ∽ per l'energia della Società dell'Adamello. Il consumo di questi impianti (forni e laminatoi) è assai variabile, tanto per l'entità dell'energia assorbita a 50 o 42 ∽ quanto per la durata della richiesta, in relazione alla natura e agli orari della lavorazione. Si tratta di un consumo medio di 800 kW con punte di carico fino a 10500 kW.

La Società Lombarda deve fornire una quantità costante di energia (ca. 3000 kW) che può tuttavia esser ridotta secondo le stagioni ed anche in certe ore del giorno, mentre la Società dell'Adamello integra la maggiore richiesta di energia delle Acciaierie servendosi di due gruppi di conversione con regolazione automatica. L'energia circola di regola secondo le frecce intere della fig. 20: eccezionalmente si verifica il caso in cui essa circoli secondo le frecce punteggiate. Ad ogni modo il regolatore automatico wattmetrico *RW* agisce sui gruppi nel senso che la Società Lombarda eroghi costantemente una determinata quantità di energia, i cui limiti vengono fissati di volta in volta, spostando a mano dei contatti speciali dell'apparecchio stesso.

Fig. 20.

Fig. 21.

L'impianto fornito dalla Siemens-Schuchert, funziona secondo lo schema della fig. 21 che si riferisce per semplicità, ad un solo gruppo.

Il trasformatore di frequenza *A* è essenzialmente un motore a campo Ferraris, e corrisponde al tipo che ho descritto per primo, (fig. 1) colla differenza che, in questo caso, il rotore è accoppiato ad una macchina a corrente continua *B*, anzichè ad una macchina sincrona. Il motore *A* è avvolto per 4 poli, ed è proporzionato per assorbire una potenza di 1375 kVA: lo statore è allacciato alla rete a 6500 volt 50 ∽ a mezzo di un interruttore *H*, il quale è corredato dei soliti dispositivi per la messa in parallelo: il rotore è alimentato a 770 volt, dalla rete a 42 ∽, per mezzo di un trasformatore *T* da 1400 kVA. Un regolatore a induzione *RI* serve a variare la tensione del sistema, anche in relazione alla caduta di tensione notevole, insita nella natura stessa del trasformatore *A*.

GRUPPI SPECIALI.

Particolari esigenze d'esercizio impongono talvolta che lo scambio dell'energia avvenga non già a seguito della tendenza di una rete a diminuire o ad aumentare la sua frequenza in confronto di quella dell'altra rete, bensì secondo delle disposizioni prestabilite in relazione al tempo, alla quantità e al senso di trasferimento dell'energia stessa.

In questi casi si usa trasformare la corrente delle reti in corrente continua, a mezzo di gruppi motori-dinamo ovvero di commutatrici, per poter agire sulla rete a corrente continua mediante speciali dispositivi di regolazione che rispondano alle condizioni prestabilite per lo scambio dell'energia.

La regolazione avviene nel senso di far accelerare la dinamo del gruppo accoppiato alla rete che deve assorbire dell'energia, mentre la dinamo dell'altro gruppo funziona da generatrice. Eventuali piccole variazioni della frequenza delle due reti hanno praticamente quasi nessuna influenza sullo scambio dell'energia fra queste ultime: il trasferimento viene essenzialmente determinato dalla regolazione a mano ovvero automatica delle dinamo.

La velocità sincrona di questa macchina a 50 sarebbe di 1500 giri al m. e di 1260 giri a 42 ∽ : il gruppo ha pertanto una velocità di 1500 — 1260 = 240 giri. Esso è previsto tuttavia per funzionare con divarii di frequenza del $\pm$ 3%, con che la velocità del rotore e quindi della dinamo *B*, può variare da 195 a 285 giri.

Due piccoli gruppi motore trifase-ventilatore servono alla ventilazione del regolatore a induzione *R I* e del trasformatore *A* che ha la velocità di 240 giri appena.

Completa il sistema un gruppo ausiliario, composto di tre macchine accoppiate, che sono: un motore asincrono *C* da 345 HP a 6 poli alimentato dalla rete a 42 ∽, il quale funziona quindi a 825 giri a pieno carico; una macchina a corrente continua *D*; e infine una eccitatrice *E* a 440 volt che alimenta il campo delle macchine *B* e *D*. Le armature di queste due macchine sono collegate direttamente; la loro tensione può variare da 186 a 442 Volt a pieno carico e la loro corrente da 725 a 470 Amp. in relazione alle variazioni di velocità del rotore di *A* (dovute alla variazione di $\pm$ 3% della frequenza, come sopra detto) e a seconda che le macchine in discorso funzionano da dinamo o da motore.

L'avviamento si compie nel seguente modo: Si chiude l'interruttore *G* della rete a 42 ∽ (l'interruttore *H* essendo aperto), e si avvia il motore asincrono *C* del gruppo ausiliario, mediante il reostato *L*. Si eccita quindi l'eccitatrice *E* e si alimenta con questa il campo della macchina *B* accoppiata al trasformatore eccitando poscia gradatamente la macchina *D*, la *B* si avvierà trascinando seco il rotore *A*. Questo, che è alimentato dalla corrente a 42 ∽ viene portato alla velocità sincrona di 240 giri, con che lo statore del trasformatore viene ad essere eccitato a 50 ∽. Regolando opportunamente la velocità nonchè la tensione del trasformatore (a mezzo del regolatore *R I*) si può allacciarlo in parallelo sulla rete a 50 ∽ quando gli apparecchi di messa in fase indicano che il sincronismo è raggiunto. Un regolatore a forza centrifuga, calettato sull'albero di *A*, può far aprire gli interruttori principali *G* e *H* del gruppo, quando la velocità del rotore del trasformatore *A* dovesse superare il limite massimo, per eccesso di velocità del motore *B*. Allora l'intero gruppo si arresta.

Il regolatore wattmetrico *RW*, che è influenzato dall'energia in arrivo dalla rete a 50 ∽, aumenta (a mezzo di un motorino ausiliario, come appare dallo schema) l'eccitazione della macchina *D*, ovvero la diminuisce a seconda che la rete a 42 ∽ deve concorrere ad alimentare il circuito a 50 ∽ delle Ferriere, ovvero che la quantità fissa di energia fornita a 50 ∽ dalla Società Lombarda eccede quella richiesta a 50 ∽ delle Ferriere stesse.

Nel primo caso, coll'aumentare l'ecitazione di *D*, questa macchina funziona da dinamo e *B* da motore; *B* tende a far accelerare il rotore di *A* e quindi a fornire energia alla rete a 50 ∽. Nel secondo caso, col diminuire l'eccitazione di *D*, questa macchina tende a funzionare da motore, mentre la macchina *B*, che ha un'eccitazione costante, funziona da dinamo assorbendo dal trasformatore *A* e quindi dalla rete a 50 ∽ l'energia occorrente. Il motore *C* del gruppo ausiliario assorbe nel primo caso dalla rete a 42 ∽ l'energia necessaria pel funzionamento della dinamo *D*, e nel secondo caso funziona da generatore asincrono, rinviando alla sua rete l'energia fornitagli dalla macchina *D* anzidetta.

Come ho già accennato parlando del trasformatore della fig. 1, e riferendomi al funzionamento a pieno carico ed ai valori normali delle frequenze, quando la rete a 50 ∽ eroga dell'energia, la parte che viene trasformata in energia meccanica e fornita alla dinamo *B* è proporzionale a $\frac{50-42}{50}$ della quantità assorbita dallo statore di *A*, e corrisponde (dedotte le perdite) a 715 Amp. $\times$ 231 Volt = 165 kW trasmessi al gruppo ausiliario: questo li riversa nella rete a 42 ∽ a mezzo della macchina asincrona C. Il resto dell'energia assorbita a 50 ∽ dalla macchina *A*, e proporzionale a $\frac{42}{50}$, viene trasformato direttamente entro questa macchina, a 42 ∽. Nel caso inverso in cui la rete a 42 ∽ fornisce dell'energia, a pieno carico del trasformatore, alla rete a 50 ∽, il gruppo ausiliario trasmette 495 $\times$ 391 + 183,5 kW alla dinamo *B* e quindi (sotto forma di energia meccanica) al rotore di *A*. Il resto corrispondente a $\frac{42}{50}$, viene trasformato direttamente dalla macchina *A*.

Si vede dalle cifre surriferite che la grandezza della macchina *B* è proporzionale al rapporto $\frac{50-42}{50}$, come ho già accennato dapprincipio, per cui, pur tenuto conto del trasformatore *T* e del regolatore a induzione *R I*, i quali occorrono sia per ragioni costruttive in relazione alla tensione del rotore di *A*, che per la regolazione della tensione, il rendimento globale è maggiore e il costo dei gruppi un po' minore di quello dei gruppi motore-dinamo proporzionati all'intera potenza da trasformare.

Adottando delle macchine sincrone a 6500 Volt e 6 poli, si avrebbero due gruppi motore-dinamo a 1000 e rispettivamente 840 giri. Il rendimento globale a pieno carico corrisponderebbe all'81% circa contro l'88% garantito pei gruppi di Dalmine più sopra descritti. Le macchine sincrone avrebbero però il vantaggio di permettere la regolazione della tensione delle reti e di funzionare come condensatori per migliorare il fattore di potenza degli impianti. Se si tiene debito conto di questo fatto, nonchè della circostanza che il fattore di potenza a pieno carico sulla rete primaria che fornisce l'energia a Dalmine, non supera praticamente $\cos \varphi = 0{,}75$, si vede che lo svantaggio del minor rendimento dei gruppi sincroni può essere in gran parte compensato dalla minor perdita nelle linee d'alimentazione.

Accennerò da ultimo ad un altro tipo di gruppi speciale che può servire al collegamento di due reti a frequenze diverse, e che è costituito da due macchine asincrone accoppiate meccanicamente fra loro. Ciascheduna di esse ha una potenza corrispondente a quella che si vuol scambiare fra le reti. Nonostante lo svantaggio delle variazioni di velocità e quindi della frequenza in relazione al carico, e l'altro svantaggio che le macchine asincrone funzionano con un fattore di potenza inferiore all'unità, vi sono dei casi, e precisamente quando l'energia dev'essere erogata sempre nello stesso senso dall'una all'altra rete, in cui l'impianto di questi gruppi può esser preso in considerazione.

La macchina asincrona presenta infatti, in confronto della macchina sincrona, alcuni vantaggi: può essere avviata in modo assai semplice; non ha bisogno dell'eccitazione a corrente continua; richiede una sorveglianza minore durante l'esercizio; è praticamente indifferente alla forma dell'onda della f. e. m. d'alimentazione e non è soggetta ai moti pendolari come le macchine sincrone; per improvvisi abbassamenti di tensione, od anche per brevissime interruzioni della corrente, quali occorrono nelle reti a seguito di corti circuiti momentanei, essa diminuisce soltanto la sua velocità per riprenderla subito dopo che le condizioni normali si sono ristabilite. E' da notarsi infine che il fattore di potenza nelle macchine con piccolo numero di poli, sopratutto poi quando le stesse hanno una potenza notevole, può raggiungere dei valori molto elevati, mentre l'inconveniente dello scorrimento può essere corretto in parte adottando, almeno per una macchina del gruppo, un indotto in corto circuito, a resistenza minima. Nei casi suaccennati poi, in cui l'energia dev'essere erogata sempre nello stesso senso dall'una all'altra rete, questo inconveniente ha poca influenza. Esso può anche scomparire affatto quando il gruppo asincrono debba funzionare costantemente a pieno carico.

Così, ad esempio, quando si ammetta uno scorrimento del 2,5% circa a pieno carico, per ognuna delle due macchine del gruppo, si possono collegare due reti a 42 e 50 ∽ adottando delle macchine di tipo normale, e precisamente un motore a 8 poli e 42 ∽ accoppiato ad un generatore asincrono a 10 poli e 50 ∽. Il gruppo funzionerà a pieno carico con 615 giri circa, ossia ad una velocità industriale. Similmente, e sempre supposto che l'erogazione dell'energia avvenga costantemente in un senso ed a pieno carico delle macchine, e che si ammetta uno scorrimento di queste pari al 2% circa, si potrà erogare dell'energia dalla rete a 50 ∽ a quella a 42 ∽, quando il motore alimentato a 50 ∽ abbia 16 poli, e il generatore 14 poli, con che il gruppo funzionerà a 368 giri circa.

Osserverò da ultimo che il reostato d'avviamento dev'essere previsto, nelle ultime graduazioni, per la messa in marcia sotto pieno carico, questa essendo la condizione nella quale si troverà di regola il gruppo a piena velocità, in relazione a quanto dissi più sopra a proposito dello scorrimento, ed anche in relazione alle manovre da compiersi per distaccare o attaccare le macchine in parallelo cogli altri gruppi.

Qualora si volesse regolare l'erogazione dell'energia, occorrerebbe costruire il reostato del motore con una conveniente graduazione, allo scopo di aumentare a volontà lo scorrimento. Quando questo sarà sceso fino a raggiungere la velocità di sincronismo della macchina che funziona da generatore, non vi sarà più trasmissione di energia dall'una all'altra rete. Tale sistema di regolazione peggiora naturalmente il rendimento, poichè lo scorrimento è direttamente proporzionale all'energia dissipata in calore nel circuito del rotore.

Le condizioni migliorerebbero qualora si collegasse in cascata sul rotore della macchina che funziona da motore, una macchina a collettore avente le caratteristiche del motore in derivazione. Stante la velocità relativamente elevata dei gruppi in discorso, la macchina a collettore può essere accoppiata direttamente agli stessi: essa trasmette al loro asse, sotto forma di energia meccanica, l'energia che, col sistema di regolazione mediante resistenze, andrebbe perduta in calore nel circuito del rotore, salvo ben inteso le perdite proprie della macchina a collettore.

Questa macchina viene proporzionata per una frazione della potenza del motore principale, la quale corrisponde allo scorrimento. La velocità del gruppo può essere fissata indipendentemente dal carico,

con che si può regolare a piacimento lo scambio dell'energia fra le reti. Oltre a ciò eccitando convenientemente la macchina a collettore, si può far funzionare il motore asincrono al quale essa è collegata, con un fattore di potenza assai prossimo all'unità.

Negli esempi succitati, lo scorrimento da vuoto a pieno carico è relativamente piccolo, e quindi la frequenza alla quale funzionerebbe la macchina a collettore sarebbe assai bassa; questa macchina avrebbe pertanto delle proporzioni non convenienti. Nel caso della trasmissione dell'energia da una rete a 50 ∽ ad una a 42 ∽, si potrebbe ovviare all'inconveniente anzidetto adottando un motore a 50 ∽, 6 poli e 1000 giri, e l'altra macchina asincrona a 42 ∽ pure a 6 poli e 840 giri. Il motore a collettore, da collegarsi con quello a 50 ∽, verrebbe costruito per uno scorrimento del 16% circa onde raggiungere la velocità sincrona (840 giri) dell'altra macchina del gruppo. In queste condizioni non vi sarebbe naturalmente scambio di energia fra le reti. Aumentando però lo scorrimento oltre il 16% anzidetto, la macchina a 42 ∽ funzionerebbe da motore e trasmetterebbe l'energia attraverso il motore a collettore, alla macchina a 50 ∽ e quindi alla rete corrispondente.

Con questo sistema, (pel quale è stato chiesto il brevetto), un gruppo di tre macchine risolve il problema del collegamento di due reti e della regolazione dell'energia che si scambia fra le stesse, secondo delle norme prestabilite.

Dirò infine che anche una macchina a collettore può essere usata come trasformatore di frequenza. Questo sistema è stato però adottato soltanto per regolare la velocità dei motori a campo Ferraris, coi quali la macchina anzidetta viene collegata in cascata.

POTENZA DEI GRUPPI.

Ho già detto più sopra, che si costruiscono dei gruppi (soprattutto sincroni) composti di macchine aventi una potenza unitaria fino a 15000 kVA. E' però assai difficile, per non dire impossibile, di stabilire una traccia da seguire nella determinazione della potenza dei gruppi destinati al collegamento delle reti, dipendendo il problema da un complesso di molti e diversi fattori.

L'erogazione dell'energia dall'una all'altra rete dipende essenzialmente dalla tendenza dell'una ad accelerare ovvero a ritardare il passo in confronto della frequenza dell'altra rete. Questa tendenza è in istretta relazione col grado di sensibilità dei regolatori dei motori primi (che azionano i generatori delle due reti) alle variazioni del carico.

Pertanto, quando si scelgano dei gruppi composti da almeno una macchina asincrona, nonchè per i gruppi speciali, predisposti per la regolazione automatica o a mano dell'energia, la potenza del macchinario potrà corrispondere a quella che si stabilisce preventivamente di erogare dall'una all'altra rete. L'elasticità del motore asincrono, dovuta allo scorrimento che varia col variare del carico, evita di regola automaticamente che i gruppi possano venire sovraccaricati.

Coi gruppi sincroni invece questa elasticità non esiste, per cui si corre il rischio che le variazioni di carico sulle reti non vengano convenientemente ripartite a seguito della diversa sensibilità dei regolatori dei motori primi nelle centrali, e ingenerino dei sovraccarichi inammissibili sui gruppi, provocando il distacco delle due reti ovvero l'escita di sincronismo dei gruppi stessi.

La soluzione del problema è resa più facile quando si stabilisca che i regolatori dei motori primi delle centrali di una rete vengano tarati per una velocità regime leggermente superiore alla normale: l'altra rete segna allora il passo e segue le variazioni del carico, mentre la prima eroga costantemente la massima potenza disponibile. In simili casi i gruppi possono essere commisurati all'energia che si prevede di dover erogare dalla prima alla seconda rete.

Un esempio caratteristico di questo modo di funzionamento lo troviamo nelle centrali di Morbegno e di Robbiate, alle quali ho già accennato più sopra. Il diagramma del wattmetro registratore installato nella sottostazione di raccordo delle linee ad Usmate, e riprodotto nella fig. 22, mostra come avviene lo scambio dell'energia fra le due centrali, in relazione al consumo della rete ferroviaria a 15.8 ∽ durante alcune ore della sera del 27 Ottobre e del mattino del 28 Ottobre scorso.

Dei tre alternatori della potenza di 1100 kW circa installati nella centrale di Morbegno, due funzionano di regola in parallelo. I regolatori delle loro turbine sono tarati per una velocità di regime superiore alla normale (la quale corrisponde alle frequenze 15.8 rispettivamente 42 ∽ dei gruppi di Robbiate), per modo che questi due alternatori erogano costantemente la massima energia disponibile alla rete a 15,8 ∽. L'energia in eccesso oltre il fabbisogno di questa rete viene assorbita dalla rete a 42 ∽ a mezzo dei gruppi anzidetti installati a Robbiate.

Così, osservando il diagramma, vediamo dalle ordinate negative al disotto della linea O, che, durante la notte, quando il servizio ferroviario è cessato, la centrale di Morbegno fornisce circa 1300 kW costanti a 3400 Volt, alla rete a 15,8 ∽ che fa capo a Robbiate, ove vengono trasferiti, a mezzo dei gruppi, nella rete della Società

Fig. 22.

Edison a 42 ∽. Verso le ore 4,11 del mattino del 28 Ottobre si nota una brusca diminuzione dell'energia da 1300 a 650 kW circa; ciò dipende evidentemente dal fatto che a quell'ora e fino alle 4,22, uno dei due alternatori di Morbegno fu staccato dalla rete. Poscia riprende il servizio normale con due alternatori, i quali bastano da soli a coprire il fabbisogno della rete ferroviaria fino verso le 5. In seguito la centrale di Robbiate integra questo fabbisogno nella misura segnata dalle ordinate positive del diagramma, assorbendo invece tutta l'energia proveniente da Morbegno e che corrisponde alle ordinate negative.

Per il collegamento delle reti di grande potenza, il problema è generalmente più complesso, poichè, per varie ragioni, non è sempre possibile di far servire una rete come impianto integratore per le variazioni del carico di entrambi. In questi casi mi sembra che la potenza dei gruppi di collegamento potrebbe essere proporzionata a quella almeno della più grande unità generatrice installata. E' presumibile allora che, quando questa unità dovesse staccarsi dalla propria rete per lo scatto dell'interruttore, la ripartizione del carico fra le altre macchine delle reti, che avverrà anche attraverso i gruppi, non possa so-

scattare gli interruttori. Si tratta naturalmente di un'ipotesi, che soltanto la pratica può avvalorare più o meno, stante i molteplici fattori che entrano in giuoco.

Osserverò infine che nella determinazione della grandezza delle macchine sincrone dei gruppi, si deve tener debito conto delle eventuali esigenze di funzionamento delle stesse come condensatori. La loro prestazione deve essere cioè proporzionata oltre che nella energia da trasferirsi, col loro mezzo, anche alla componente in anticipo della corrente, che esse debbono fornire alla propria rete.

CONCLUSIONE.

Riassumendo i concetti più sopra esposti, mi pare che:

1. — Quando si tratta di collegare una rete di potenza relativamente piccola, ad una di maggiore potenza, conviene adottare dei gruppi asincrono-sincrono, i quali, in relazione a parecchi vantaggi per l'avviamento e per il comportamento nell'esercizio inerenti alla macchina asincrona, e sopratutto per la sua elasticità dovuta allo scorrimento, permettono di regolare automaticamente lo scambio dell'energia, in modo che l'impianto più piccolo funzioni costantemente col massimo carico consentito dai motori primi, e quindi nelle migliori condizioni di rendimento e di utilizzazione. Ciò presuppone però che le piccole variazioni della frequenza, dovute allo scorrimento positivo e negativo delle macchine asincrone, non disturbino la rete di minor potenza.

2. — Quando si richiede che il rapporto di trasformazione delle frequenze sia costante, e che si voglia regolare la tensione e il fattore di potenza delle reti per migliorare il rendimento delle stesse, occorrono dei gruppi sincroni. E' opportuno tarare i regolatori dei motori primi di una rete in modo che questi eroghino costantemente la massima potenza disponibile, lasciando che l'altra rete (quella ad esempio che avesse dei bacini di accumulazione dell'acqua) segni il passo della frequenza.

3. — Quando un'intesa nel senso anzidetto non fosse possibile, occorre prevedere con sufficiente larghezza la potenza dei gruppi di collegamento, a meno che questi non si possano installare nelle centrali generatrici ove è più facile eseguire le manovre di allacciamento dei gruppi e governare l'erogazione dell'energia. Ad ogni modo è opportuno scegliere nelle centrali delle unità generatrici a 500 giri (eventualmente 250) in previsione di un eventuale accoppiamento con altri alternatori a frequenza diversa.

4. — Quando il trasferimento dell'energia deve avvenire secondo determinate leggi e indipendentemente dalle variazioni della frequenza, si devono adottare dei gruppi speciali di collegamento con circuiti ausiliari a corrente continua, ovvero con macchine a collettore da allacciare in cascata alle macchine asincrone, allo scopo di poter regolare a piacimento lo scambio dell'energia fra le reti.

5. — Quando il trasferimento dell'energia deve avvenire sempre nello stesso senso dall'una all'altra rete, possono convenire, in certi casi, dei gruppi asincroni.

Pochi sono finora in Italia gli impianti con gruppi di collegamento fra reti a diversa frequenza. Precursori a tal proposito furono, ben a ragione, le Ferrovie dello Stato, dietro iniziativa dell'Ing. Comm. A. Donati, colla loro importante sottostazione di conversione a Bardonecchia. La Società dell'Ossola metterà tra breve in esercizio il suo impianto con gruppi sincroni nell'Appennino Reggiano, il quale collegherà le grandi centrali a 42 ∽ della Società dell'Adamello, site sulle Alpi a 250 km di distanza, con quelli della Toscana a 50 ∽.

Io confido che l'esercizio di questi impianti dimostrerà chiaramente, a conferma degli ottimi risultati ottenuti a Bardonecchia, Robbiate, ecc., la praticità e convenienza dei gruppi di collegamento per la migliore utilizzazione degli impianti idroelettrici a diversa frequenza, anche in relazione al vantaggio del miglioramento del fattore di potenza e quindi del rendimento, e ne incoraggerà l'applicazione alle altre reti.

Dopo la fig. 9 a pag. 8 nel numero scorso, doveva figurare la seguente leggenda:

SCHEMA DELL'IMPIANTO DI MESSA IN PARALLELO AUTOMATICA.

I. Interruttore della macchina sincrona.
II. Interruttore di linea.
III. Separatori.
IV. Comando a distanza dell'interruttore.
V. Bottone di contatto.
VI. Trasformatore di tensione.
VII. Commutatore bipolare a spina.
VIII. Apparecchio automatico di comando per la messa in parallelo.
IX. Relais.
X. Interruttore del circuito ausiliario.
XI. Interruttore per escludere il circuito dei contatti sincroni.
XII. Posizione di riposo della Spina bipolare VII.

Inoltre le figure 12 e 13 dovevano essere scambiate fra loro.

SCARICATORE DI SOVRATENSIONI ELETTRICHE AD ALTA FREQUENZA

I. PRINETTI.

Come è noto, gli ordinari scaricatori a distanza esplosiva (parafulmini a corna od a rulli) entrano in funzione, stabilendo la comunicazione della linea con la terra, quando la tensione impressa supera la tensione disruptiva di taratura, la quale viene normalmente eseguita con tensione alla frequenza industriale di esercizio.

Il funzionamento di tali scaricatori a scintilla, non è però sempre uguale sotto l'azione di scariche atmosferiche; la sensibilità di essi varia a seconda della frequenza dell'onda impressa e della forma degli elettrodi (1).

Si è constatato, da prove esaurienti e decisive, che per alcune forme di spinterometri occorre un potenziale maggiore per scaricare impulsi rapidi (alte frequenze, fronti ripidi) che non per sovratensioni di eguale ampiezza ma a frequenza industriale; la causa di ciò è dovuta al fatto che alcuni spinterometri sono tardivi, poichè richiedono un certo lasso di tempo (microsecondi) tra l'apparire dell'effluvio corona e lo scoccare dell'arco, cosicchè nel frattempo il potenziale dell'impulso sale ad un valore più elevato prima che lo scaricatore abbia potuto funzionare (fig. 1).

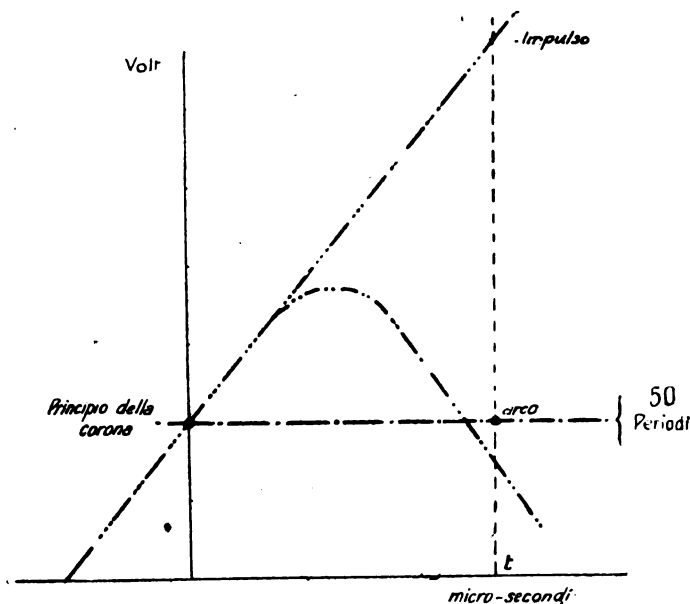



Fig. 1.

Lo scaricatore diventa così meno efficiente per le scariche ad alta frequenza, o per impulsi a fronte ripida.

Uno spinterometro formato da due punte è assai meno rapido, sotto l'azione di un impulso, di uno composto di due sfere: quest'ultimo anzi (quando le sfere abbiano un diametro superiore ai 10 centimetri) si comporta ugualmente qualunque sia la frequenza a cui venga sottoposta.

Brevemente, la ragione del diverso comportamento deve essere questa: si ricorda che per un eguale potenziale impresso e per una eguale frequenza la distanza esplosiva fra due *punte* è maggiore di quella fra due sfere; ciò è dovuto al fatto che fra le due punte prima che scocchi l'arco si forma attorno ad esse delle sfere di corona (fig. 2) diminuendo così la distanza esplosiva; e la scintilla avviene poi fra le estremità di queste sfere di corona. Ciò richiede un certo lavoro e quindi del tempo; durante questo tempo il potenziale della scarica ad alta frequenza sale sempre più alto.

Negli spinterometri a sfere invece per la forma stessa degli elettrodi, il lavoro preliminare della corona non ha bisogno di essere fatto. Nessun tempo è quindi richiesto e l'arco scocca immediatamente, qualunque sia la velocità dell'impulso, e quindi qualsiasi la frequenza.

*

Uno scaricatore a corna, che abbia la distanza esplosiva fra due sfere di diametro conveniente, avrà quindi uguale sensibilità per sovraccaricare questi ultimi in modo eccessivo e non ne faccia quindi

(1) F. W. Peek, *Jr. A. I. E. E.*, settembre 1915 – *G. E. R.*, luglio 1916.

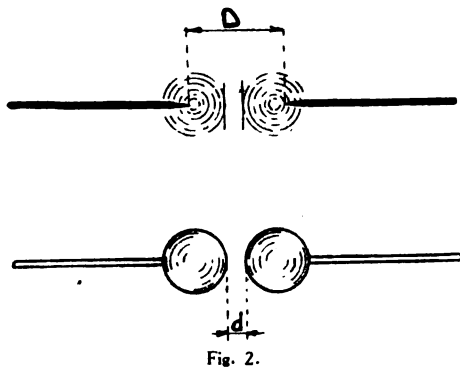



Fig. 2.

vratensioni a bassa frequenza che per impulsi a fronte ripida e per oscillazioni di alta frequenza; ed è questo un risultato notevole per la protezione contro i disturbi provenienti dalla linea di trasmissione.

*

Ma una onda ad alta frequenza od a fronte ripido, *anche di non notevole ampiezza*, che investe un avvolgimento può produrre sforzi in alcune parti dell'isolamento che possono essere parecchie volte superiori al normale, per il fatto che la differenza di potenziale si concentra in poche spire dell'avvolgimento. Per cui per proteggere questo per mezzo di uno scaricatore a distanza esplosiva, occorre che esso scaricatore sia più sensibile all'alte frequenze che alla frequenza normale; ossia funzioni per tensioni inferiori a quelli di taratura; non solo, ma questa sensibilità aumenti in ragione diretta della elevatezza della frequenza della scarica.

*

Per raggiungere questo risultato è stato ideato e costruito lo scaricatore rappresentato dalla fig. 3.

*

Lo scaricatore è composto essenzialmente di una bobina di reattanza (bobina di terra, trasformatore di tensione) per fase, derivata fra un filo di linea e la terra, il cui avvolgimento è diviso in tante parti *uguali*, (1, 2, 3, 4, 5) in modo da avere la medesima caduta di potenziale fra i diversi terminali.

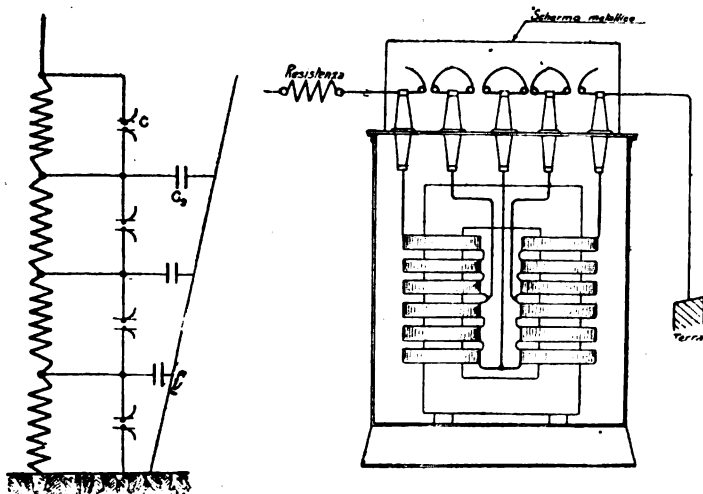



Fig. 3.

Altrettanti spinterometri (a sfere, con corna per spegnere l'arco) quante sono le derivazioni della reattanza sono posti fra i morsetti, *con distanza esplosiva eguale fra loro.*

A completare il dispositivo, uno schermo metallico (S) collegato alla terra è posto, a conveniente distanza, lungo gli spinterometri.

Una resistenza ohmica è intercalata fra linea e scaricatore per limitare la corrente a terra e per ovviare ad eventuali effetti di risonanza.

*

Tale dispositivo è più sensibile alle alte frequenze che alle frequenze industriali.

E' noto che negli ordinari scaricatori a rulli, il potenziale non si distribuisce ugualmente fra tutti i rulli; il primo rullo verso la linea è sottoposto ad un potenziale assai maggiore di quello che dovrebbe essere se la distribuzione fosse uniforme, e così il secondo rullo è più sollecitato del terzo e così via. E' pure noto che ciò dipende dalla capacità dei rulli contro terra, e che quindi tanto maggiore sarà la capacità contro terra, maggiore sarà la disuniforme distribuzione del potenziale. Ne consegue per questo fenomeno, che fissata una data tensione disruptiva, risulterà necessario mettere, negli ordinari scaricatori, un numero di rulli (ossia una totale distanza disruptiva) molto maggiore di quello che sarebbe necessario se il potenziale si distribuisse uniformemente.

Ma se noi, in parallelo a ciascun spinterometro, applichiamo altrettante self in serie e di eguale valore fra loro, ed alimentiamo con *tensione a frequenza industriale* noi veniamo a fissare su ciascun spinterometro la differenza di potenziale, differenza che sarà uguale per tutti.

Noi veniamo infatti a shuntare i singoli condensatori (spinterometri) con delle impendenze tra loro uguali, il cui valore è, a frequenza normale, enormemente più piccolo di quella offerta dalle capacità C_1 e C_2 (in serie e contro terra) formate dagli spinterometri.

L'influenza della corrente di carica contro terra praticamente scompare e la distribuzione del potenziale diviene così uniforme: per cui per una data tensione a frequenza industriale potremo fare uso di uno scaricatore *con minor numero di distanze esplosive che non quando lo scaricatore non era shuntato dalla self.*

*

Il funzionamento dello scaricatore non rimane uguale quando è investito da una scarica ad altissima frequenza: le self assumono allora un valore grandissimo (mentre la reattanza di capacità degli spinterometri diminuirà notevolmente), la corrente di carica verso terra riprenderà il suo effetto disuguagliatore, come se non esistessero o quasi, le self derivate; ritorniamo cioè alle condizioni degli ordinari parafulmini a rulli, ma con un numero di distanze esplosive minore di quello che sarebbe necessario con questi tipi di apparecchi; lo scaricatore quindi funziona per una tensione inferiore a quella di taratura.

Il funzionamento si comprende più facilmente se noi consideriamo i casi limite; cioè per frequenza zero, e per frequenza infinita.

Nel caso di frequenza zero, la totalità della corrente passerà per la bobina di self (l'apparecchio funziona da bobina per lo smaltimento delle cariche statiche), la distribuzione sugli spinterometri sarà quindi perfettamente uniforme come se i condensatori formati dagli spinterometri non esistessero. Nel caso invece di frequenza infinita le self assumeranno un valore di resistenza infinita; (e quindi come se *non* esistessero) la totalità della corrente passerà per i condensatori e la distribuzione sarà disuniforme; lo scaricatore sarà quindi sensibilissimo e funzionerà per tensioni assai più basse di quella di taratura a frequenza industriale.

Nei casi di frequenza intermedia avremo sensibilità intermedia e lo scaricatore diverrà sempre più sensibile quanto più alta sarà la frequenza. Ed è ciò appunto lo scopo che si voleva raggiungere con il nuovo scaricatore.

Per rendere ancora più sensibile lo scaricatore alle alte frequenze, si è pensato di aumentare l'influenza della corrente di carica verso terra, munendo il dispositivo di uno schermo metallico messo a terra e convenientemente disposto lungo gli spinterometri: variando le dimensioni di questo schermo e la sua distanza dai rulli, si può ottenere a volontà una sensibilità dell'apparecchio più o meno sentita per le alte frequenze.

*

Lo scaricatore descritto è quindi un dispositivo sensibilissimo per le scariche atmosferiche, funzionando, per frequenze superiori al normale, a tensioni inferiori a quelle di taratura.

*

Si fa notare che lo scaricatore descritto assomiglia nella sua costituzione ad un normale trasformatore: infatti anche qui abbiamo una self (l'avvolgimento) le capacità in serie (fra bobina e bobina) e le capacità contro terra (bobine e terra); ed è noto che nei trasformatori sono le prime spire che sono le più soggette ad avaria sotto l'azione di scariche atmosferiche. E ciò perchè sotto l'azione di onde ad alta frequenza ed a fronte ripido, il trasformatore reagisce più da condensatore che da self, e la ripartizione del potenziale dipenderà più da quello che da questa: ossia la distribuzione sarà disuniforme (mentre è praticamente uniforme a frequenza normale), e le prime spire saranno le più sollecitate. Così come avviene nel descritto scaricatore, il quale essendo simile, ma più sensibile del trasformatore, funzionerà per qualunque genere di sovratensione più rapidamente di questo, shuntando l'anormalità.

*

Alcune esperienze dell'apparecchio vennero fatte; adoperando sei trasformatorini di tensione per fase, (per 12000 V cad.) messi in serie tra loro e convenientemente isolati da terra, in mancanza di un unico trasformatore, con prese sull'avvolgimento a distanze eguali. I morsetti d'uscita di ciascuno trasformatore vennero muniti di spinterometri, con uguale distanza esplosiva: uno schermo metallico, connesso a terra, fu disposto lungo gli spinterometri. In parallelo allo scaricatore fu montato un parafulmine a corna, munito di sfere.

Ambedue gli scaricatori furono tarati per $\frac{72000}{\sqrt{3}} \times 2 = 83000$ V (essendo 72000 V la tensione normale di linea fra le fasi) alla frequenza di 50 periodi.

Non avendo a disposizione generatori di alte frequenze, le prove si dovettero limitare all'inserzione brusca della tensione di linea, chiudendo un interruttore sulla rete, a potenziale completo.

Benchè tarati per un egual valore, lo scaricatore per alta frequenza ha solo e sempre funzionato, impedendo l'adescarsi del parafulmine a sfere posto in parallelo.

Il dispositivo è ormai in servizio da otto mesi: nel frattempo fu tenuto esatto controllo del suo funzionamento, in relazione al parafulmine a sfera.

Furono verificati 52 adescamenti: di questi 47 sul parafulmine per alte frequenze e i rimanenti 5 sul parafulmine a corna.

LETTERE ALLA REDAZIONE

A proposito del sistema Cristiani di trazione ferroviaria ad aria compressa.

Riceviamo e pubblichiamo:

La quantità di calore dQ *che occorre fornire a* 1 *kg. di gaz (perfetto) per un'espansione isotermica* dv *alla pressione* p *è data, per una nota relazione di termodinamica, da*

$$dQ = p \frac{C_p - C_v}{R} dv, \quad \textit{essendo}$$

$$R = \frac{p\,v}{T} = cost.$$

Integrando, e ricordando che $\frac{C_p - C_v}{R} = \frac{I}{I}$ (I = *equivalente meccanico della caloria*), *si ha*

$$Q = \frac{I}{I} \int_{v_1}^{v_0} p\,d\,v,$$

nella quale l'integrale a secondo membro esprime il lavoro eseguito del gas nell'espandersi isotermicamente da v_1 *a* v_0.

Questa relazione vale anche, evidentemente, nel caso inverso di una compressione isotermica. Essa dice allora che il lavoro eseguito nel comprimere un gas si trasforma tutto in calore, il quale viene asportato dal refrigerante che mantiene costante la temperatura. Perciò un gas compresso non può affatto considerarsi un accumulatore di energia, come sarebbe una molla di acciaio compressa o comunque deformata; esso invece acquista, per effetto della compressione, la possibilità di lavorare, ma unicamente a spese del calore suo proprio (*ed allora si raffredda*) o di quello che esso può ricevere dall'ambiente o da una sorgente appropriata.

Queste considerazioni teoriche lasciano, a me pare, il dubbio che un sistema il quale utilizzi, come agente intermediario di lavoro, l'aria compressa, non possa avere che uno scarso rendimento.

Prof. MARIO NOZARI.

SUNTI E SOMMARI

ELETTROTECNICA GENERALE.

V. GENKIN — **Nota sulla costruzione rigorosa del diagramma circolare per i motori polifasi.** (Rev. Gen. d'El., 23 ottobre 1920, pag. 72).

L'A., dopo aver ricordato che l'applicazione sistematica della teoria delle figure reciproche ai teoremi dell'elettrotecnica è dovuta ad Arnold e La Cour (1), richiama un suo procedimento grafico, che pure essendo sostanzialmente una modificazione del procedimento dell'Arnold, presenta una notevole maggior semplicità.

Si conosca il diagramma che esprime la legge di variazione della corrente assorbita da un apparecchio qualsiasi alimentato ai morsetti A_1 (fig. 1), con tensione costante E_0. Se in serie con detto apparecchio si pone un'impedenza Z e si applica la tensione costante E_0 ai nuovi morsetti A, il diagramma di funzionamento del nuovo apparecchio sarà dato da una figura reciproca del diagramma noto, essendo $\left(\frac{E_0}{z}\right)^2$ il « modulo d'inversione ».

La figura 2 mostra la costruzione per trovare la tensione E_1 che si dovrebbe applicare ai morsetti A per avere la tensione E_0 ai morsetti A_1 essendo J_1 la corrente attualmente assorbita dall'apparecchio.

Posto infatti $z = r + jx$ e detta y l'ammettenza dell'apparecchio sarà $J_1 = y\,E_0$ ed $E_1 = E_0 + z\,J_1 = E_0 + z\,y\,E_0$.

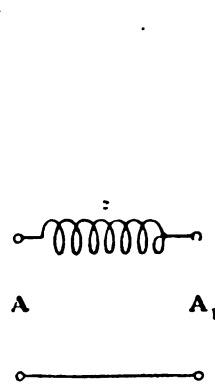
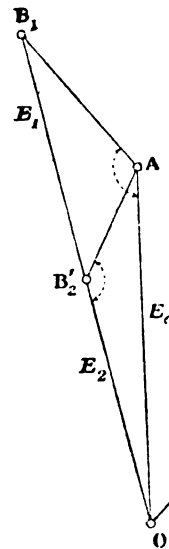
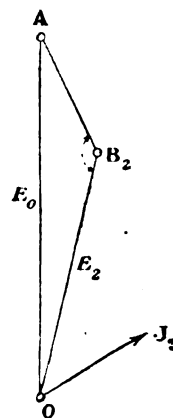



Fig. 1. Fig. 2. Fig. 3.

Supponiamo ora di applicare la tensione costante E_0 ai morsetti A, e cerchiamo la tensione che risulterà disponibile ai morsetti A_1 per lo stesso valore dell'ammettenza y dell'apparecchio. Essa ci sarà data dalla costruzione della fig. 3 essendo come prima

$$J_2 = E_2\,y \qquad E_0 = E_2 + y_2\,E_2.$$

Risultano evidentemente simili i due triangoli $O\,B_1\,A$ (fig. 1) e $O\,A\,B_2$ (fig. 2) essendo

$$\frac{A\,B_1}{A\,O} = \frac{A\,B_2}{O\,B_2} = y\,z.$$

Ribaltando la figura 3, il punto B_2 cade in B_2' che è reciproco del punto B_1 rispetto al centro O_1 essendo $(E_0)^2 = (O\,A)^2$ il modulo di inversione. Dividendo (vettorialmente) i lati dei triangoli per l'impendenza Z lo stesso diagramma darà le intensità di corrente anzichè le tensioni. Anche il modulo di inversione diventerà naturalmente $\left(\frac{E_0}{z}\right)^2$.

Applichiamo questo teorema del tutto generale al caso particolare di un motore a induzione di cui la fig. 4 dà il noto circuito equivalente. essendo r_1 e x_1 resistenza e reattanza (di dispersione) dello statore.

Supponiamo ora di applicare la tensione costante E_0 ai morsetti A_1 il diagramma della corrente, è dato, come è noto, da un cerchio di diametro $\frac{E_0}{x_2'}$, essendo x_2' la reattanza del rotore riportata al primario (stator). Tale cerchio è tracciato in figura 5 e riferito agli assi Oy' ed Ox' supponendo una corrente magnetizzante $O\,O'$.

(1) Vedasi questo giornale, pag. 38, 25 gennaio 1920.

Per dedurne il diagramma rigoroso che tenga conto anche delle costanti dello statore (ossia il diagramma di funzionamento) quando la

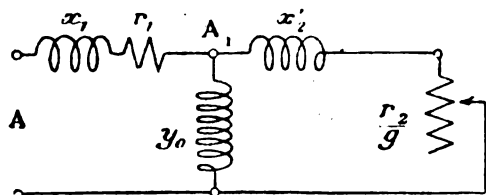



Fig. 4.

tensione costante E_0 sia applicata ai morsetti A, basterà tracciare la figura reciproca del cerchio stesso per rispetto a un centro O_1 con modulo di inversione $(O\ O)^2 = \left(\frac{E_0}{z_1}\right)^2$, essendo $z_1 = r_1 + x_1 j$ l'impedenza dello statore. La posizione del centro O_1 si trova portando il segmento OO_1 su una retta (asse di inversione) che formi coll'asse delle ordinate un angolo $\theta = \text{arc tg}\ \frac{x_1}{r_1}$.

Ma è necessario ritracciare il diagramma: si può utilizzare il cerchio stesso semplicemente, trovando il punto reciproco dell'origine O rispetto al punto O_1. Perciò basta, secondo la teoria delle figure reci-

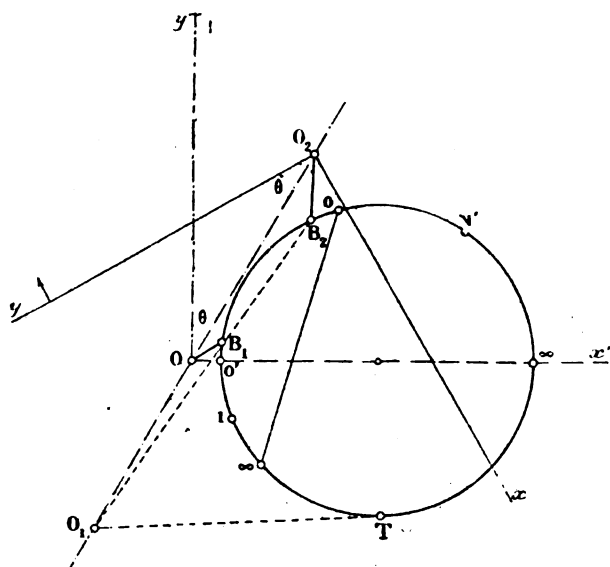



Fig. 5.

proche, tracciare da O_1 la tangente O_1T al cerchio primitivo e prendere sulla $O_1\ O$, un segmento OO_2 tale che:

$$\overline{OO_2} \cdot \overline{OO_1} = \overline{OT}^2.$$

Per il punto O_2 così determinato si tracciano poi i nuovi assi $O_2\ y$ ed $O_2\ x$ in modo che $O_2\ y$ formi l'angolo θ con la $\overline{O_1\ O_2}$. Riferito a tali nuovi assi il cerchio primitivo ci dà il diagramma cercato. Naturalmente il senso di rotazione dei vettori rimane invertito. I valori delle intensità, misurati dalla nuova origine O_2, devono essere ridotti nel rapporto $\frac{O\ O_1}{O_1 O_2}$, cosa che aumenta la leggibilità del diagramma stesso. Due valori corrispondenti della intensità quali $\overline{OB_1}$ ed $\overline{O_2 B_2}$ si riferiscono allo stesso scorrimento, e sono determinati dalle intersezioni col cerchio di una retta uscente da O_1. I punti caratteristici corrispondenti agli scorrimenti 0, 1 e ∞ si trovano così facilmente, quando siano noti i punti omologhi 0' 1' e ∞' del cerchio primitivo.

* *

GENERATORI ELETTRICI.

L. HULL. — **La valvola termoionica come generatrice di oscillazioni persistenti modulate.** (Sc. Pp. of the Bureau of Standards n. 381) (1).

E' noto come la ricezione di onde persistenti, qualunque sia il tipo di apparato trasmettente adoperato (alternatore ad alta frequenza, arco Poulsen, valvole ioniche generatrici etc), richiede che le oscillazioni siano modulate ad una frequenza telefonica. La modulazione può esser fatta nella stazione trasmettente o con un interruttore automatico (chopper) o mediante un microfono, come si opera in radiotelefonia, oppure si può ottenere — ed è il caso più comune delle trasmissioni radiotelegrafiche — nella stazione ricevente, adoperando un ticker o un dispositivo ad autodina o ad eterodina.

Nel caso particolare di valvole generatrici di correnti oscillatorie modulate, l'interruttore automatico, che provoca le modulazioni, agisce sulla tensione continua applicata all'anodo. L'interruzione periodica del circuito di alimentazione riduce a zero la corrente dell'antenna.

L'A. si è proposto di conseguire lo stesso risultato usando come tensione anodica una tensione alternata a frequenza musicale. E infatti, se la frequenza della corrente di alimentazione è f e il valore massimo della tensione alternativa è E_b, l'anodo sarà positivo rispetto al filamento f volte al secondo, nell'intervallo in cui la tensione di alimentazione varia fra O e $+E_b$, e negativo un egual numero di volte, nell'intervallo in cui la tensione anodica varia fra O e $-E_b$. La corrente d'antenna si avrà all'incirca durante il mezzo periodo, in cui l'anodo è positivo, e sarà nulla per la maggior parte dell'altro mezzo periodo, durante il quale l'anodo è negativo.

Seguendo questo concetto, l'A ha costruito l'apparato trasmettente, rappresentato in fig. 1. La valvola generatrice E è del tipo Pliotron, largamente usato nella tecnica r. t. americana. Un alternatore a

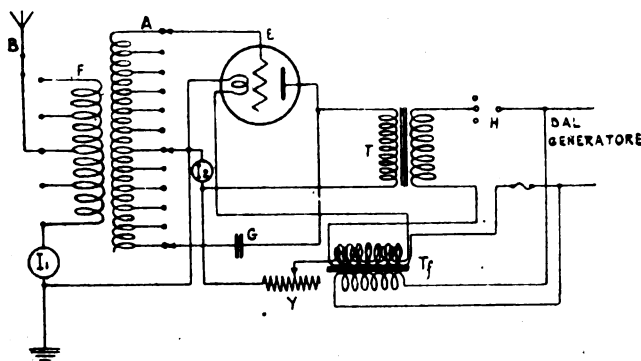



Fig. 1.

500 periodi della potenza di 2 kW alimenta il trasformatore anodico T, attraverso il tasto per segnalare H, e il trasformatore della corrente di accensione del filamento T_f. Il primo eleva la tensione da 180 V all'alternatore a 6500 V sull'anodo; il secondo la abbassa a circa 110 V. Allo scopo di mantenere costante l'intensità della corrente di accensione del filamento, ad onta delle variazioni di tensione prodotte dal carico, cui la valvola è sottoposta durante la segnalazione, il trasformatore T_f è munito di un avvolgimento compensatore in serie con il primario di T; la necessità di questo avvolgimento risulta dalla considerazione che le variazioni di potenza assorbita dalla valvola, per effetto della manovra del tasto di segnalazione, sono tanto più ampie quanto più elevata è la tensione anodica; e che una piccola diminuzione nella corrente del filamento riduce in proporzione assai maggiore la potenza messa in giuoco dalla valvola stessa. Il reostato d'accensione Y permette di regolare la corrente nel filamento per ogni valore di tensione applicata al primario del trasformatore T_f. Il condensatore G da 0.004 μF è un condensatore di arresto per le correnti a bassa frequenza e di by-pass per quelle ad alta; esso serve quindi come protezione del secondario del trasformatore T contro queste ultime. A è l'induttanza di accoppiamento fra circuito di griglia e circuito anodico. La potenza sull'antenna, che ha una resistenza apparente fra gli 8 e i 15 Ω, è di 200 W; la lunghezza d'onda naturale dell'arco è di 200 m; si possono realizzare agevolmente anche le lunghezze d'onda comprese fra 500 e 1000 m. La potenza oscillatoria nell'antenna, entro l'intervallo di lunghezza d'onda considerato, è limitata da due fattori: la capacità elettrostatica fra gli elementi della valvola, che shunta il circuito oscillatorio, e la relazione, prossimamente lineare, fra la potenza messa in giuoco e il rapporto $\frac{L}{RC}$ fra le costanti dell'antenna.

I dati sperimentali di funzionamento dell'apparato risultano dal seguente specchietto:

Lunghezza d'onda in m.	Potenza sviluppata dell'alternatore in W	Corrente di accensione del filamento in A	Corrente di antenna in A	Potenza dell'antenna in W	Rendimento globale dell'apparato
600	1000	3,5	5,1	286	35 %
525	1300	3,5	5,0	275	21 %
480	1120	3,5	4,0	176	15,7 %
420	1100	3,5	2,9	93	8,5 %

I vantaggi, che questo tipo di trasmettitore presenta in confronto di un ordinario generatore a valvola, sono i seguenti:

1) non richiede un generatore o una batteria di alimentazione ad alta tensione

2) dà un rendimento complessivo migliore

3) a distanze non troppo forti, permette la ricezione dei segnali con un semplice raddrizzatore a cristalli.

---

(1) Come è noto il Bureau of Standards di Washington offre una copia di questo e di qualunque altro Scientific Paper a chi ne faccia direttamente specifica richiesta. (*N. d. R.*)

In confronto ad un ordinario trasmettitore a scintilla, esso irradia energia quasi esclusivamente ad un'unica frequenza, mentre i treni d'onde smorzate, irradiati da un trasmettitore a scintilla, hanno un grande numero di armoniche, con una scarsa utilizzazione della potenza irradiata, perchè il ricevitore è in risonanza per la sola frequenza fondamentale.

L'A. riproduce anche un oscillogramma della corrente di antenna (ottenuto coll'oscillografo a raggi catodici) eccitata dall'apparato trasmettente descritto (fig. 2), e ridotto ad una scala opportuna. L'esame di quest'oscillogramma dimostra che la variazione di ampiezza della corrente d'antenna non è affatto sinoidale; e che i treni d'onda persistono collo smorzamento proprio dell'antenna, dopo che la valvola ha cessato di eccitarla. Prove sperimentali comparative hanno pure permesso di concludere che una diminuzione della tensione anodica o della corrente d'accensione riduce il valore dell'ordinata massima della seconda metà del treno d'onde: mentre una maggiore emissione di elettroni dal filamento o un accoppiamento più stretto fra antenna e circuito anodico la accrescono, senza che peraltro vari l'ampiezza del primo gruppo di oscillazioni. In nessun caso fu possibile ottenere dalla valvola un massimo di corrente sull'antenna, in corrispondenza del massimo di tensione anodica; o avvicinare alla forma sinoidale l'oscillogramma delle correnti d'antenna.

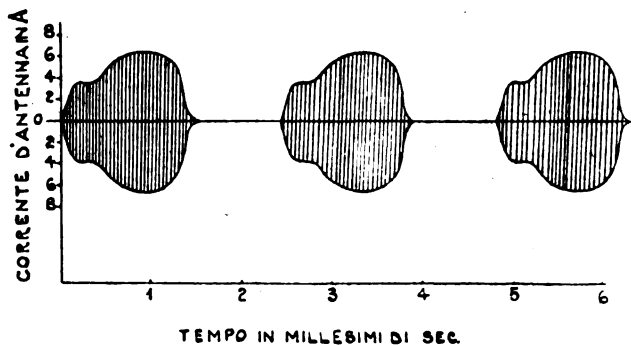



Fig. 2.

Fe. Vi.

★ ★

MATERIALI.

L. DRIN. — **L'impiego del basalto come isolante elettrico.** (Revue Gén. de l'Électr. 16 ottobre 1920, n. 16, pag. 542.

Si designa col nome di basalto una roccia eruttiva di aspetto omogeneo, molto dura, non rigata dall'acciaio, più o meno porosa, a frattura opaca, scheggiosa, di un nero bluastro o grigiastro e di densità variabile fra 2,8 e 3.

La struttura del basalto naturale è finemente granulosa. Esaminando un frammento di basalto al microscopio, si vede una grandissima varietà di cristalli agglutinati da feldspato.

I basalti sono molto diffusi in tutto il mondo, e ne esistono importanti giacimenti in Francia, Germania, Scozia, Irlanda, Italia, nella catena delle Ande, nelle Antille e a Sant'Elena.

Il basalto presenta una resistenza alla frattura molto superiore a quella del granito, ed è quindi stato impiegato fino dall'antichità nella costruzione di edifici e di opere d'arte. E' utilizzato specialmente per scalini, muri di sostegno, archi di ponti e pavimentazione stradale.

In complesso però l'impiego del basalto è stato abbastanza limitato, poichè è di lavorazione molto difficile, e occorre molto lavoro di scalpello o di martello per ottenere le forme geometriche richieste dai costruttori.

Essendo il basalto di origine ignea, doveva sorgere naturale l'idea di dargli le forme appropriate mediante la fusione. Per molti anni i laboratorii tedeschi hanno cercato di risolvere questo problema che, mentre sembra della massima semplicità, è all'atto pratico irto di difficoltà poichè, se è relativamente facile ottenere la fusione del basalto, non lo è altrettanto conservargli le sue proprietà naturali durante la solidificazione. Le prime ricerche relative alla fusione del basalto sono state fatte in Francia dal Dr. Ribbe che nel 1909 dimostrò che la fusione di questa pietra vulcanica poteva effettuarsi a 1300° circa.

In principio egli non ottenne che una sostanza di colore nero brillante, fragile e senza applicazioni interessanti; continuando però gli esperimenti riuscì a vetrificare gli oggetti fusi e a dar loro la struttura cristallina della roccia primitiva. Fu allora costituita nel 1913 la società « Le Basalte » per industrializzare il procedimento, e dopo sforzi lunghi e dispendiosi, interrotti durante la guerra, questa società è riuscita a realizzare i varii apparecchi che permetteranno fra breve di mettere in commercio non solo del basalto grossolanamente fuso per pavimentazione di strade e di edifici industriali, ma anche un basalto fino destinato alle applicazioni elettriche.

La resistenza elettrica del basalto costituisce infatti una delle sue proprietà più notevoli, e si può ritenere che, se i risultati pratici giustificheranno le speranze basate sui risultati ottenuti in due grandi laboratorii industriali francesi, si avrà una importante evoluzione nella tecnica degli isolanti. Le prove sono state fatte finora su basalto fuso senza precauzioni speciali, e anche su fusioni non destinate ad usi elettrici; malgrado ciò le tensioni di perforazione superano quelle ottenute con gli isolanti generalmente impiegati in elettrotecnica.

La prima prova è stata fatta su una semplice lastra da pavimento di mm. $160 \times 160 \times 18$. Essa fu introdotta in una vasca piena di olio e posta fra due elettrodi collegati ai serrafili di un trasformatore con tensione gradatamente crescente. Si è formato l'arco attraverso la lastra soltanto alla tensione di 59 300 volt, il che dà, nel momento della rottura, una caduta di potenziale di 3294 volt per mm. Esaminando la lastra, dopo averla spezzata, si verificò che l'arco si era formato seguendo una linea molto sinuosa costituita da una serie di piccole soffiature. E' quindi certo che si sarebbe raggiunta una tensione molto più elevata se si fosse impiegato un basalto ben purificato e fuso con cura. La stessa esperienza fatta con una lastra identica in un altro laboratorio industriale di Parigi ha dato una tensione di perforazione di 67 000 volt, confermando così il risultato della prima prova.

In vista dei buoni risultati ottenuti, furono continuate le prove impiegando un basalto fuso con speciale cura, ma proveniente sempre dal basalto ordinario impiegato per pavimentazione. Si impiegò per la prova una piastra circolare di 8 mm di spessore e 90 mm di diametro, posta fra due elettrodi nell'aria. La tensione fu aumentata gradatamente fino a 11 300 volt e mantenuta a questo valore per tre minuti, senza avere formazione di arco.

La stessa piastra fu poi disposta verticalmente in una vasca piena di olio e provata nuovamente; si formò l'arco a 44 200 volt. Si vede quindi che non è infondata la speranza che effettuando la fusione colle volute precauzioni si possano ottenere buoni risultati nella costruzione di isolatori per alta tensione.

Ma i risultati finora specificati non sono i soli che meritino di attirare l'attenzione degli elettricisti; il basalto fuso possiede due proprietà che sono particolarmente preziose in elettrotecnica.

Il basalto fuso resiste benissimo alle variazioni brusche di temperatura, ed infatti una placca di basalto di 8 mm circa di spessore ha potuto essere immersa a varie riprese successivamente nell'acqua bollente e nell'acqua fredda senza presentare la minima screpolatura. Questa proprietà è interessante perchè permette di sperare che gli isolatori di basalto resisteranno alle intemperie molto meglio di quelli di porcellana o di vetro, i quali spesso si spaccano durante un acquazzone che succeda bruscamente ad una lunga esposizione al sole.

La seconda importante proprietà posseduta dal basalto consiste nella grande facilità di incorporare sbarre di acciaio nella materia isolante nel momento della solidificazione. Il collegamento risulta assolutamente sicuro, senza screpolature nè altri difetti. Potranno quindi eliminarsi tutti gli inconvenienti che nell'impiego degli isolatori per alta tensione in porcellana od in vetro dipendono dalla dilatazione degli isolatori, dei loro sostegni e dei materiali impiegati per il montaggio.

Si può aggiungere, a favore del basalto, la possibilità di ottenere forme massiccie e complicate senza timore di tensioni interne, come nel vetro e nella porcellana, dopo un impiego più o meno lungo, o anche, come talora avviene, dopo una permanenza di qualche mese in magazzino.

Il basalto infine permette di costituire la catena di isolatori per linee ad altissima tensione, con un minor numero di elementi e più leggieri.

Concludendo, quantunque solo il risultato di una lunga pratica possa dire se le speranze fondate sugli isolatori di basalto siano giustificate, si può fin d'ora prevedere che il loro impiego permetterà una sensibile economia nella costruzione delle linee ad alta tensione e nell'armamento per l'elettrotrazione.

E. C.

★ ★

VARIE.

G. LIEBE. — **L'utilizzazione del vento per produzione di forza motrice.** (E. T. Z., n. 26, 30 giugno 1920, pag. 501).

La difficoltà del rifornimento del carbone ha richiamato l'attenzione dei tecnici sul problema dell'utilizzazione del vento per la produzione di energia, problema già da varii anni praticamente risolto, per quanto in modeste proporzioni. Già prima della guerra, in Argentina venivano impiantate annualmente da 12 000 a 15 000 turbine a vento.

La più grave difficoltà relativa alla utilizzazione del vento consiste nella grande variabilità della potenza da esso sviluppata, variabilità che dipende dalle forti variazioni della sua velocità. Poichè le particelle d'aria in movimento possiedono una quantità di energia $\frac{m\,v^2}{2}$, e poichè col crescere della velocità di queste particelle cresce proporzionalmente il numero di esse che nell'unità di tempo fornisce l'energia $\frac{m\,v^2}{2}$, ne risulta che la potenza sviluppata dal vento è proporzionale alla terza potenza della sua velocità.

I valori della potenza corrispondenti alle varie velocità del vento calcolati per una ruota di 8 m di diametro, sono raccolti nella tabella

seguente. La velocità da 50 a 54 metri al secondo è la massima praticamente osservata:

Velocità del vento metri al secondo	Potenza del vento calcolata sulla superficie di una ruota di 8 m. di diametro. kW	Velocità del vento metri al secondo	Potenza del vento calcolata sulla superficie di una ruota di 8 m. di diametro. kW
1	0,03	8	15,5
2	0,23	10	29,5
3	0,81	12	51,0
4	1,9	20	235,0
5	3,7	54	4550,0
6	6,5		

Il problema del motore a vento consiste nell'utilizzazione dell'energia di una data superficie di vento con la minima spesa di impianto e col massimo rendimento. E nella soluzione di questo problema, si deve superare oltre alla difficoltà della variabilità della potenza del vento, quella della variabilità della sua direzione, la quale richiede l'impiego di un dispositivo il quale mantenga automaticamente costante l'orientamento del motore rispetto alla direzione del vento.

Come risulta dalla precedente tabella, la potenza del vento varia fra limiti molto lontani, e quindi non è possibile utilizzare vantaggiosamente nè i venti troppo forti, nè quelli troppo deboli, poichè l'utilizzazione di venti con velocità superiore a 10 ÷ 15 metri richiederebbe costruzioni di tale robustezza da rendere impossibile l'utilizzazione di venti più deboli, a causa della eccessiva potenza necessaria per il funzionamento a vuoto. Viceversa una macchina di costruzione leggiera, proporzionata ai venti più deboli, non resisterebbe qualora si volesse impiegarla per l'utilizzazione dei venti più forti. E' quindi necessario scegliere un determinato campo di velocità, tenendo presente che i venti più forti sono molto rari, quelli medii sono più frequenti, e quelli più deboli si hanno quasi in permanenza. Ne segue che l'energia totale annua rappresentata dai venti più forti, ad onta degli elevati valori della potenza corrispondente, è minore e molto più irregolarmente distribuita di quella corrispondente ai venti medii e deboli. Ora l'utilizzazione dei venti deboli, di circa 2 metri al secondo, richiede una costruzione della macchina così leggiera, che questa può funzionare soltanto fino alla potenza massima corrispondente a circa 8 metri al secondo. Quindi se la velocità del vento supera questo limite, si devono applicare dei dispositivi di regolazione, i quali riducano le superficie investite dal vento di quanto occorre, affinchè non sia superata quella determinata potenza massima di cui la macchina è capace, in modo da utilizzare i venti superiori a 8 metri al secondo soltanto entro i limiti del pieno carico del motore a vento, il quale è raggiunto con 8 metri al secondo. Questo principio fondamentale vale per tutti i tipi di costruzione.

Il requisito essenziale a cui deve soddisfare il costruttore del motore a vento è quello di ridurre al minimo le perdite a vuoto. Anche se la perdita a pieno carico di un motore a vento è mantenuta entro limiti tollerabili, poichè il motore non funziona in generale in pieno carico, ma con un carico molto variabile e in media molto minore, la perdita media sarà notevolmente maggiore, di modo che riducendo le perdite a vuoto si può aumentare notevolmente il lavoro utile. Inoltre tenendo le perdite a vuoto entro limiti molto bassi, sarà possibile utilizzare anche i venti molto deboli, i quali si hanno quasi in permanenza, evitando così i periodi di riposo e conseguendo un guadagno che, se non deve essere esagerato, non è tuttavia trascurabile.

Nei motori a vento di costruzione moderna la trasformazione dell'energia di movimento del vento nell'energia meccanica utilizzabile è fatta per mezzo di una ruota a pale su cui il vento agisce assialmente, in modo che si utilizza una sezione di aria corrispondente all'intera superficie della ruota e tutte le pale agiscono contemporaneamente. I motori sono costruiti in acciaio e ferro e cominciano a funzionare a partire da 1,5 ÷ 2 metri al secondo.

Con un motore a vento di 8,5 m di diametro si può ottenere, con vento di 8 m al secondo, un pieno carico di 8 kW meccanici, corrispondenti, tenendo conto delle perdite nella dinamo, a 5 ÷ 6 kW elettrici. Con tale motore si possono ottenere annualmente oltre 10 000 kW-ora che, riferiti al pieno carico, rappresentano un'utilizzazione di 1500 ÷ 2000 ore all'anno. La potenza media è superiore ad 1 kW. In un impianto sperimentale con un motore di questo tipo, il periodo di riposo più lungo in un anno è risultato di quattro giorni, e il mese sfavorevole ha fornito soltanto un terzo dell'energia media. Per quanto riguarda la parte economica, un impianto del tipo ora descritto, compresa la parte elettrica e la batteria di 20 kW-ora, costava, prima della guerra, circa 10 000 m, della quale somma un terzo era dovuto alla batteria. La spesa di un impianto era quindi elevata, rispetto alla potenza media di 1 kW; per contro le spese di manutenzione e di esercizio sono molto limitate, perchè l'impianto può funzionare giorno e notte senza alcuna sorveglianza e soltanto con una verifica periodica. Calcolando complessivamente da 12 a 15% all'anno per interesse, ammortamento, manutenzione ed esercizio, si ottiene una spesa di 1200 ÷ 1500 m, ossia in base a 10 000 kW-ora, una spesa di 12 ÷ 15 pfennig per kW-ora. Naturalmente non si deve dimenticare che nei periodi di grande potenza non è possibile la completa utilizzazione e la batteria rappresenta soltanto in piccola misura (20 kW-ora) un'azione di volano fra la produzione e il consumo. Prendendo come base la produzione del mese più sfavorevole, si avrebbe in corrispondenza un'utilizzazione di 1/3 ossia di circa 3500 kW-ora, e risulterebbe un costo unitario di 40 ÷ 50 pfennig per kW-ora, costo che anche rispetto ai prezzi di pace è abbastanza modico.

Disgraziatamente allo stato attuale del problema dell'accumulazione, non è possibile ottenere risultati economicamente migliori mediante un notevole aumento della batteria. Come abbiamo già veduto, il motore a vento fornisce annualmente 10 000 kW-ora e nel mese più sfavorevole circa 300 kW-ora; ma la batteria di accumulatori, della capacità di soli 20 kW ora, costa già un terzo di tutto l'impianto. Neppure l'accumulazione sotto altra forma di energia raggiunge lo scopo desiderato, poichè divengono troppo elevate le spese di impianto e le perdite per la trasformazione. Soltanto il sollevamento di acqua può dare risultati vantaggiosi, poichè un serbatoio di grande capacità è ancora economico e con esso si può utilizzare una parte maggiore della produzione totale di energia.

La potenza delle ruote più o meno grandi varia all'incirca proporzionalmente alla superficie, e quindi al quadrato del diametro. Con una ruota di 15 m si possono quindi ottenere annualmente da 30 000 a 40 000 kW-ora, e con una ruota di 30 m circa 150 000 kW-ora. In condizioni particolarmente favorevoli si possono ottenere risultati anche migliori.

Dal calcolo economico sopra riportato, che è basato sui prezzi di prima della guerra, risulta che il motore a vento può competere vantaggiosamente con un impianto termico di piccola potenza, il quale se da un lato richiede una spesa di impianto notevolmente minore, richiede dall'altro combustibile e una spesa di esercizio molto maggiore. Attualmente le condizioni sono anche più favorevoli al motore a vento che non prima della guerra poichè il combustibile, quando pure si può avere, ha prezzi esageratamente elevati. Perciò in molti casi l'elevata spesa di impianto per il motore a vento, il cui costo è diventato da 10 a 12 volte maggiore, non risulta eccessivo.

Se si confronta la spesa annua coll'energia totale prodotta, il motore a vento è indubbiamente superiore a qualunque altro piccolo impianto di forza. Se si può adattare il consumo di energia, almeno entro certi limiti, alla sua produzione, come è il caso nelle aziende rurali, il motore a vento è sempre da prendersi in considerazione. Se invece occorre un consumo giornaliero regolare e costante, allora il motore a vento non è conveniente, a meno di impiantare contemporaneamente una locomobile o un motore a benzina, che entri in funzione soltanto quando occorre, e poi rimanga in riposo senza personale e senza consumo di combustibile servendo come macchina di riserva.

Da quanto precede risulta che il motore a vento può in molti casi far concorrenza all'impianto termico di piccola potenza in quelle località in cui non sia ancora giunta colla sua rete di distribuzione una centrale elettrica. Esso si presta specialmente per quelle applicazioni che comportano un servizio irregolare, in modo da poter utilizzare tutta l'energia producibile. Fra tali applicazioni sono anzitutto da annoverarsi l'irrigazione, il prosciugamento e il sollevamento dell'acqua. I 15 000 impianti sistemati annualmente in Argentina sono prevalentemente destinati al sollevamento di acqua. In ordine di importanza vengono poi le applicazioni per la produzione di energia elettrica e per il comando di piccole macchine agricole. Non conviene in generale impiegare il motore a vento per la trebbiatura, perchè la sua potenza media è troppo limitata e d'altra parte occorrerebbe sistemare, per il breve periodo della trebbiatura, un impianto di potenza e di costo esagerati. Spesso il lavoro della trebbiatura è eseguito con una locomobile, la quale serve contemporaneamente come macchina di riserva per i periodi particolarmente privi di vento.

Una buona utilizzazione si ottiene quando è possibile effettuare varie applicazioni con un medesimo impianto di motore a vento. Specialmente adatto per utilizzare le punte della produzione è l'impianto di un serbatoio d'acqua; così pure si può applicare contemporaneamente la produzione di energia elettrica senza apprezzabile aumento della potenza del motore a vento, come spesso si fa nella pratica odierna.

Dimostrata la convenienza del motore a vento per i piccoli impianti locali, quantunque esso permetta l'utilizzazione della forza totale del vento soltanto in un piccolo campo, si tratta ora di vedere se è possibile dare a questa utilizzazione una maggiore estensione, in modo da impiegare il motore a vento per la produzione di grandi potenze e ottenere così un notevole risparmio di carbone.

Il più potente motore a vento fino ad oggi praticamente costruibile, con una ruota di 30 m di diametro, ha una potenza massima di 60 ÷ 80 kW e una potenza media di 15 kW. Un aumento di potenza oltre questo limite si può ottenere soltanto col funzionamento di più impianti in parallelo. Ne segue che in un impianto di grande potenza di motori a vento non si ha una diminuzione apprezzabile del costo di produzione per unità di potenza, e quindi occorrono spese di impianto molto notevoli. Per tal ragione, tenendo conto della variabilità della forza del vento e della impossibilità precedentemente dimostrata di ottenere una completa regolarità per mezzo dell'accumulazione, si vede che un tale grande impianto non potrebbe praticamente sussistere, per quanto vi siano delle località, specialmente sulle coste marittime, in cui si ha con perfetta regolarità un vento ben determinato per un determinato periodo della giornata.

Alquanto più favorevoli sarebbero le condizioni qualora l'impianto con motori a vento funzionasse insieme ad un impianto termico. In tal caso quest'ultimo dovrebbe sempre essere calcolato per l'in-

tera potenza, ma si risparmierebbe il carbone corrispondente a tutti i chilowatt-ora prodotti col vento. In tal caso la batteria di accumulatori diventa superflua, e in vista della lunga durata del motore a vento, la quota di ammortamento può essere ridotta. L'impianto di un motore a vento con ruota di 30 m costerebbe oggi circa 300 000 M. corrispondenti con un servizio del capitale dal 10% (5% interesse, 3% ammortamento, 2% personale e varie), ad una spesa annua di 30 000 M. Si potrebbe calcolare su una produzione annua di 150 000 kW-ora, con che un kW-ora costerebbe 20 pfennig. Poichè in generale negli impianti termici la spesa attuale di carbone per kW-ora è uguale o maggiore di questa, si vede che questo risultato merita seria considerazione.

Si deve però, in proposito, tener conto di quanto segue:

1. — La quantità corrispondente di carbone non può essere tutta risparmiata, poichè la possibilità di una repentina cessazione del vento rende necessaria una certa prontezza nell'impianto termico. Tanto più che talvolta il vento volge e cessa repentinamente, oppure presenta forti variazioni in rapida successione, e l'impianto termico non ha una elasticità di esercizio corrispondente.

2. — La produzione di corrente trifase di determinata frequenza per mezzo di motori a vento non è stata fino ad oggi effettuata e urta contro gravi difficoltà, poichè un pratico esercizio con motori a vento è soltanto possibile se la velocità varia col carico.

3. — Attualmente la sistemazione di un grande impianto di motori a vento, allo scopo di risparmiare carbone, presenta l'inconveniente che la spesa calcolata di 20 pfennig per kW-ora, che rappresenta essenzialmente il servizio del capitale di impianto, rimarrebbe costante per decine di anni, mentre la spesa per il carbone potrebbe nei prossimi anni scendere di nuovo al disotto di questo valore.

Ricapitolando quanto sopra si è detto, si giunge alle seguenti conclusioni:

Il motore a vento è sempre costituito da una ruota su cui il vento agisce assialmente.

La variabilità della direzione del vento implica un aumento di peso della costruzione.

La variabilità della potenza del vento fra zero e valori straordinariamente elevati, impedisce un esercizio razionale su larga scala di impianti industriali basati su soli motori a vento.

Finora l'impiego dei motori a vento è pienamente giustificato per piccoli impianti isolati, lontani dalle centrali di distribuzione elettrica, e destinati a irrigazione, prosciugamento, sollevamento d'acqua, produzione di energia elettrica e azionamento di piccole macchine. Per queste applicazioni il loro impiego avrà in avvenire uno sviluppo ancora maggiore. L'impiego del motore a vento in sostituzione a motori termici, allo scopo di diminuire il consumo di combustibile, risulta dal punto di vista economico conveniente, ma presenta ancora varie difficoltà.

La produzione in grande di energia per mezzo di soli motori a vento è economicamente realizzabile soltanto quando vi sia la possibilità di accumulazione a basso prezzo.

E. C.

:: :: :: CRONACA :: :: ::

APPLICAZIONI TERMICHE.

Esposizione di cucine elettriche. — In seguito al concorso bandito dalla Società Edison di Milano, a cui si è successivamente associata la Compania Italo-Argentina de electricidad, si è aperta il 9 corrente presso l'Associazione Industriali per la prevenzione degli Infortuni (Milano, Via Marina) una piccola esposizione di cucine elettriche ad accumulazione. Figurano nell'interessante mostra — di cui ci occuperemo ancora ampiamente — alcune cucine della T. E. A. del tipo Cristiani-Sacerdote, ed alcune cucine della F. A. R. E., studiate dall'ing. Durando. Fuori concorso si hanno poi degli apparecchi......

La Commissione esaminatrice (Prof. Zunini, ingg. Semenza, Taccani, Guastalla e Com......) ha già iniziato i suoi lavori.

APPLICAZIONI VARIE.

Macchina elettrica per impacchettare i chiodi e le viti di ferro (R. G. E. 30-10-20). — Qualunque oggetto di ferro posto in un campo magnetico uniforme si orienta nella direzione delle linee di forza. Quindi i chiodi e le viti, versati sulla tavola oscillante della macchina per impacchettare, e condotte nel campo magnetico creato da due poli piatti di una bobina percorsa da corrente, si dispongono parallelamente colla massima esattezza. Si riuniscono allora in una scatola di latta deposta fra i due poli, la quale fa da guida e una volta piena, ruota attorno a un asse e si allontana dal campo magnetico prendendo una posizione inclinata, in modo che il suo contenuto si riversi nell'imballaggio costituito da casse, barili o sacchi. La disposizione parallela riduce il volume imballato del 50 per cento, e ciascun tipo di chiodi o viti ha, a parità di peso, il medesimo ingombro; ne consegue economia e uniformità di imballaggi. La macchina si può regolare per le varie lunghezze dei chiodi, spostando uno dei poli per mezzo di una vite di regolazione, e impiegando scatole di guida opportunamente proporzionate; la bobina è alimentata con corrente continua a 110 od a 220 volt e assorbe 1,5 kWh al giorno.

E. C.

★

Pilotaggio delle navi per mezzo di cavi elettrici. — Riferendoci a quanto pubblicato a pag. 567, il 5 Nov. 1920; in seguito ad una comunicazione dell'Ammiraglio Fournier alla Accademia francese delle scienze, si ha anche l'interessante notizia che il Ministro della Marina ha deciso la posa di cavi nei canali di accesso di tutti i porti francesi. E' stata anche presa in considerazione la proposta di posare un cavo sul fondo della Manica per assicurare il regolare servizio della traversata durante le nebbie, ed è stata esaminata la possibilità che con questo mezzo anche le aeronavi possano ricevere utili informazioni circa la propria posizione.

E. C.

★

Dispositivo elettrico per la pulitura della carena delle navi (E. T. Z. 4-11-20). — Come è noto, la vegetazione che cresce sulla carena delle navi produce per il grande aumento dell'attrito dell'acqua, una forte perdita di forza motrice con conseguente diminuzione di velocità. E' quindi necessario ripulire la carena a brevi intervalli di tempo, e a tale scopo occorre immettere la nave in bacino con notevole spesa e perdita di tempo. Un dispositivo elettrico, recentemente studiato, permette di fare la pulizia della carena in breve tempo e senza che la nave debba andare in bacino. Esso è costituito da un galleggiante che porta un gruppo elettrogeno a benzina da 20 HP. e 3 elettromotori. I motori sono comandati da un unico quadro di distribuzione; di essi uno serve per azionare l'elica del galleggiante, e il secondo per muovere un braccio lungo circa 12 metri, al quale è fissato il terzo motore di tipo stagno. Quest'ultimo aziona con velocità abbastanza elevata la spazzola rotante di pulitura, la quale è costituita con setole rigide o con filo di acciaio, ed è lunga circa 1,5 m con un diametro di circa 30 cm. Esso mette inoltre in azione una elica, la quale ha lo scopo di premere la spazzola contro la carena della nave durante l'operazione della pulitura. Il dispositivo completo, compreso il galleggiante, pesa 11 tonnellate. Nelle prove fatte, una nave di 300 ton. è stata liberata con questo dispositivo dalla vegetazione di 6 mesi in meno di sei ore.

E. C.

CONCORSI.

II° Concorso Premio « Esterle » di L. 25000. — La Società Elettrica ed Elettrochimica del Caffaro a seguito della mancata aggiudicazione del « Premio Esterle » riapre il concorso al premio stesso per

« *Uno studio completo il quale in una prima parte contenga le fondamentali, elementari nozioni di elettrologia, delle applicazioni varie dell'elettricità, dei principî e metodi di misura e di valutazione dell'energia elettrica, tariffe e qualche principio generale di meccanica necessario per l'uso delle macchine agrarie, nonchè un cenno sulle linee elettriche e sui motori elettrici e sulla loro condotta.*

« *In una seconda parte ampiamente illustri tecnicamente ed economicamente, con svolgimento d'idee nuove e di concetti originali, le applicazioni utilmente possibili dell'energia elettrica in qualsivoglia modo e forma, in vantaggio e pel progresso dell'agricoltura italiana* ».

Il concorso si chiuderà il 31 dicembre 1921, giusto il regolamento che, a richiesta, viene inviato dalla Società Elettrica ed Elettrochimica del Caffaro - Milano - Via Lovanio N. 4.

ELETTROCHIMICA ED ELETTROMETALLURGIA.

L'elettrolisi applicata alla estrazione degli olii (Scientific American 23-10-20). — Il chimico americano G. D. Rogers, cercando di perfezionare l'industria dell'olio di pesce, per aumentare la quantità di prodotto ottenibile da una data quantità di materia prima, ha realizzato un procedimento elettrolitico suscettibile di estesa applicazione a tutte le industrie destinate alla estrazione degli olii e dei grassi, con risultati economici di grande importanza.

Il sistema elettrolitico, studiato per l'estrazione dell'olio di fegato di merluzzo, permette di estrarre in pochi minuti il 100 per cento dell'olio contenuto nella materria prima, mentre coi vecchi sistemi occorrevano varie ore per estrarne soltanto un terzo. Inoltre col sistema elettrolitico si ottiene un prodotto più uniforme e di migliore qualità.

L'apparecchio elettrolitico è essenzialmente costituito da una cassa rettangolare di acciaio contenente varii sistemi di tubi di circa 50 mm di diametro collegati fra loro per mezzo di manicotti di gomma. Ciascuno di questi tubi porta internamente un bastone concentrico di carbone di 25 mm di diametro, per tutta la propria lunghezza. Si ottiene così intorno ai bastoni di carbone un canale anulare di 12 mm circa di ampiezza, attraverso il quale viene pompato il fegato macerato in acqua salata, ed il miscuglio passa successivamente attraverso tutti i tubi prima di uscire dall'apparecchio elettrolitico.

Lo scopo dei manicotti di collegamento è quello di isolare fra loro i varii tubi; inoltre ciascun bastone di carbone è isolato dal

tubo metallico che lo circonda, e le connessioni elettriche per ciascun tubo e per ciascun bastone sono indipendenti. I bastoni di carbone costituiscono gli elettrodi negativi e i tubi gli elettrodi positivi. Quando la corrente passa, il circuito si completa attraverso il materiale portato dall'elettrolito, e l'azione elettrolitica dà luogo all'estrazione dell'olio, vuotando le cellule grasse del loro contenuto. La spiegazione del fenomeno consiste in ciò, che il passaggio della corrente fra gli elettrodi provoca una tensione osmotica, la quale produce la rottura dell'involucro di proteina delle cellule grasse. Si giunge in tal modo a ricuperare circa 99,75 per cento dell'olio contenuto nei fegati.

Il solo calore impiegato nel sistema elettrolitico è quello usato per ottenere il facile flusso del materiale macerato attraverso l'apparecchio per l'elettrolisi. A tale scopo lo spazio attorno ai tubi è riempito di vapore di scarico, e la temperatura massima è di circa 70° C.

Il materiale che esce dall'apparecchio di elettrolisi è costituito da un'emulsione, ed è portato ad un separatore il quale trattiene la massima parte dei materiali solidi in una vasca apposita, mentre l'olio e la materia solida più finamente divisa passano in un'altra vasca, in cui quest'ultima si deposita, e l'olio e l'acqua passano infine ai separatori. La materia solida compressa, essicata e granulata costituisce un eccellente alimento per il pollame e per i suini, contenendo da 60 a 70 per cento di proteina, oppure può essere impiegata come fertilizzante. L'intero processo è inodoro e richiede pochissima mano d'opera.

L'impianto dimostrativo, attualmente in funzione a Gloucester, Massachusetts, tratta con ottimo risultato una grande varietà di sostanze grasse od oleose, dimostrando la grande utilità dell'applicazione dell'energia elettrica in questo campo. In esso, con un apparecchio elettrolitico a dodici tubi, si possono estrarre 9 tonnellate di olio di fegato di merluzzo in otto ore. Come era prevedibile, il sistema elettrolitico può essere applicato con vantaggio tanto per l'estrazione di qualunque olio di pesce e grasso animale, quanto per l'estrazione degli olii vegetali. Finora il processo è stato applicato soltanto al cacao, ma non vi è dubbio che esso darà ottimi risultati nell'estrazione dell'olio dal seme di lino, dal seme di cotone, dal grano, e da molti altri vegetali ricchi di grasso e di olio.

E. C.

IMPIANTI.

Messa a terra delle parti metalliche degli impianti. — Il Sotto Comitato della Institution of Electrical Engineers per lo studio delle questioni relative alla messa a terra di organi elettrici, è giunto fra l'altro a queste conclusioni:

a) E' d'uopo estendere anche alle installazioni a bassa tensione la pratica della messa a terra attualmente in uso per le tensioni medie: qualsiasi parte metallica soggetta a caricarsi elettricamente dev'essere messa in comunicazione colla terra.

b) Il più piccolo diametro ammissibile pei conduttori di terra è di 2 mm, ed ogni conduttore di diametro superiore dev'essere a treccia.

c) Le lastre di terra debbono avere una superficie di contatto di 36 dm² almeno e le loro faccie debbono essere ricoperte di uno strato di coke triturato, di spessore non inferiore ai 60 cm.

d) Nel caso in cui non si siano adoperate lastre di terra speciali, i collegamenti a terra debbono farsi esclusivamente su organi capaci di portare la intensità di corrente, che corrisponde alla più forte delle valvole fusibili inserite in circuito.

A. Me.

MATERIALI.

Grafite artificiale. — La fabbricazione della grafite artificiale, che può adoperarsi in tutti i casi in cui si usa quella naturale, e specialmente per elettrodi, è eseguita su larga scala dalla Acheson Graphite Co., che utilizza l'energia idroelettrica delle cascate del Niagara, e adopera come materia prima antracite a coke di petrolio. La produzione che nel 1915 fu di 2 303 tonn è stata nel 1919 di 3 698.

e. m. a.

✶

Gomma vulcanizzata. — Il Prof. Peachey di Manchester ha scoperto un nuovo processo per vulcanizzare la gomma, solida o in soluzione, usando due gas, idrogeno solforato e bjossido di solfo, che reagiscono dando acqua e solfo, il quale produce la vulcanizzazione. Varietà utili possono ricavarsi se la gomma da vulcanizzare è mista a segatura o ritagli di cuoio o carta.

e. m. a.

✶

La nichelatura dell'alluminio e delle sue leghe (Scientific American Monthly 11-20) — Per lungo tempo si è ritenuto praticamente impossibile ottenere una nichelatura durevole dell'alluminio e delle sue leghe, specialmente a causa della mancanza di adesione fra i due metalli. Nel 1914 fu proposto da Tassilly un metodo col quale il metallo veniva preventivamente attaccato con acido cloridico; ma quantunque tale metodo abbia avuto applicazione industriale abbastanza estesa, uno studio accurato di esso dimostrò una grande irregolarità nella sua applicazione alle varie leghe leggiere di alluminio, a causa dell'azione non uniforme dell'agente impiegato per la pulitura. Il problema è stato di recente nuovamente studiato da L. Guillet e M. Gasnier e i risultati delle loro ricerche furono presentati all'Accademia francese il 25 aprile 1920.

Rilevando coll'esame microscopico di varii oggetti nichelati che la aderenza del deposito di nichel era semplicemente dovuta al fatto che il metallo si attacca e aderisce alle piccole cavità prodotte dall'agente impiegato per ravvivare la superficie, questi sperimentatori pensarono di ravvivare la superficie per mezzo di un getto di sabbia.

Risultò che quattro fattori influiscono sull'operazione:

1. — La velocità dei grani di sabbia proiettati sulla superficie del metallo;

2. - Le dimensioni dei grani di sabbia;

3. - L'intervallo di tempo fra l'applicazione del getto di sabbia e il processo della nichelatura;

4. - Lo spessore dello strato di nichel depositato.

Il bagno impiegato per la nichelatura in tutte queste prove era quello ordinariamente impiegato nell'industria, composto di 150 gr di solfato di nichel e 50 gr di solfato doppio di nichel e ammonio, in tanta acqua quanta basta per fare un litro di soluzione.

Per studiare il carattere del deposito, se ne esaminò l'aderenza, anzitutto per mezzo del martellamento con una sfera, impiegando una lastra di alluminio di 6 mm di spessore, una sfera di 10 mm di diametro e un intacco di 6 mm; secondariamente con prove di piegatura, poggiando la lastra metallica sopra due supporti distanti 55 mm e piegandola con un punzone terminante con un'appendice semicilindrica di 25 mm di diametro; e infine con prove di brunitura, impiegando un brunitoio di acciaio e una soluzione di sapone come lubrificante. L'efficacia della protezione rappresentata dallo strato di nichel fu provata immergendo gli oggetti nichelati per trenta minuti in una soluzione bollente di soda, contenente 15 per cento di Na O H.

Impiegando per il getto di sabbia il materiale ordinariamente impiegato, ossia sabbia di Fontainebleau, di cui rimane il 30 per cento su un crivello con maglie di 0,3 mm e il 10 per cento su un crivello con maglie di 0,2 mm, e con un deposito di nichel di 0,01 mm di spessore, gli esperimentatori ottennero i seguenti risultati:

Pressione del getto di sabbia per cmq.	Prova di martellamento
300 gr.	Nichel completamente sfogliato
600 »	» leggermente staccato
1500 »	» intatto.

La grana di questo deposito era però piuttosto grossa, e si osservò che questo difetto poteva evitarsi impiegando sabbia più fina, ossia sabbia che passa per un crivello con maglie di 0,2 mm.

Si riscontrò che la lastra metallica trattata colla sabbia a grana fina e colla pressione di 1500 gr per cmq. si poteva conservare in buono stato, avvolta in un foglio di carta di filtro, fino a 30 giorni prima di essere nichelata.

Le lastre metalliche trattate col getto di sabbia nelle condizioni ora dette, furono nichelate con strati di spessori crescenti fino a 0,04 mm.

Le prove meccaniche sopra descritte mostrano che il deposito è perfetto fino a 0,01 mm; se il deposito ha uno spessore di 0,02 mm presenta qualche tendenza a sfogliarsi; l'aderenza è insufficiente se il deposito ha uno spessore di 0,04 mm. Però soltanto quest'ultimo spessore assicura una efficace protezione contro l'azione del bagno di soda.

E' evidente che se si potesse dare all'alluminio e alle sue leghe una elevata resistenza alle azioni chimiche, esso potrebbe avere molte nuove applicazioni. Per tal ragione gli attuali sperimentatori cercavano un altro metodo di nichelatura, valendosi del fatto precedentemente dimostrato che il rame dà un deposito elettrolitico molto più compatto di quello di nichel, e meno duro. Si giunse così all'idea di impiegare due strati di nichel separati da uno strato di rame, poichè la ramatura diretta dell'alluminio non dà risultati soddisfacenti. Si ottenne così finalmente il metodo seguente:

a) Si trattò il metallo con un getto di sabbia colla pressione di 1500 gr per cmq., e con sabbia che passava attraverso un crivello con maglie di 0,2 mm.

b) Si applicò un deposito di nichel di 0,006 mm di spessore, applicando per mezz'ora una corrente di 0,8 amper per decimetro quadrato.

c) Si applicò quindi un deposito di rame di 0,02 mm di spessore, applicando per due ore una corrente di 1 amper per decimetro quadrato, con un bagno contenente 150 gr di solfato di rame e 20 gr di acido solforico in tanta acqua quanta basta per fare un litro.

d) Lo strato di rame fu portato a pulimento.

e) Si applicò quindi un secondo deposito di nichel dello spessore di 0,005 mm applicando per un'ora una corrente di 0,5 amper per decimetro quadrato.

f) La superficie del nichel fu infine portata a pulimento.

Con questo procedimento fu possibile sostenere con buon risultato le prove meccaniche, e cioè il martellamento non produsse sfogliature e la prova di piegatura fino ad un angolo di 120°, e l'operazione della brunitura, non produssero nessuna alterazione. Anche la prova chimica con una soluzione a 100° C. con 15 per cento di soda ebbe esito soddisfacente.

E. C.

TRAZIONE E PROPULSIONE ELETTRICA.

L'E. T. Z. si è recentemente occupata del passato e dell'avvenire della elettrificazione delle Ferrovie di Stato in Isvezia, questione che, per la prima volta, fu prospettata fino dal 1896 nelle riunioni degli Elettrotecnici a Malmö, e poscia ripresa in esame nel 1901. Già allora fu decisa l'adozione dell'elettricità in luogo del carbone ed il Prof. Arrhénius, nello stesso anno 1901, dimostrava che l'energia necessaria non poteva essere che idraulica sotto forma di corrente alternata ad alta tensione. L'Amministrazione ferroviaria dello Stato iniziava nel 1902 le sue esperienze con codesti criteri, e nel 905 e 907 si facevano i primi saggi di elettrificazione fra Tomteboda e Värtan, e fra Stoccolma e Järfva con tensioni di linea variabili fino a 20 000 V: questi saggi dimostrarono come la corrente monofase a 15 periodi fosse la più indicata allo scopo.

Lo Stato acquistò un certo numero di cascate e nel 1907 fu approvato il progetto di elettrificazione di 2000 Km di linea con 5 centrali idrauliche e 2 termiche di riserva, nelle quali il combustibile da adoperarsi doveva essere la torba. Pur ammettendo il prezzo del carbone di L. 22,40 italiane alla tonnellata (media dei 10 anni precedenti) si è calcolato che nel 1920 le spese annuali di esercizio elettrico riuscirebbero tuttavia inferiori di 2 100 000 lire italiane rispetto all'esercizio a vapore del 1905. La prima linea designata alla elettrificazione fu quella da Kiruna a Riksgränsen nel nord del paese, principalmente adibita al trasporto dei minerali di ferro, e fu stabilito di alimentarla per mezzo della cascata di Porjus a 120 Km a sud di Kiruna. I treni di minerale pesano circa 1855 tonnellate e sono trainati da 2 locomotive, una in testa ed una in coda, capaci di sviluppare complessivamente 2950 kW. I treni rapidi sono mossi da locomotive capaci di raggiungere la velocità di 100 Km all'ora; le prime economizzano annualmente 3200 tonnellate di carbone ciascuna, e le seconde 1500 tonnellate. L'installazione della linea, comprese le locomotive, costò circa 13 milioni di lire italiane. I soddisfacentissimi risultati dell'esperimento fecero decidere l'elettrificazione dei tronchi Götesborg - Alingsas e Stoccolma - Märsta, il primo dei quali alimentato dalla centrale di Trollhättan, ed il secondo da quella di Stoccolma. Nel primo anno di elettrificazione del tratto Götesborg - Alingsas furono economizzate in carbone circa 84 000 lire italiane e questa economia aumenterà coll'incremento del traffico. Anche il secondo tratto ha dato una economia sensibile benchè alimentato dall'officina termica di Stoccolma.

Le spese d'impianto ascesero a lire italiane 1 120 000 per il primo tronco e ad 1 400 000 per il secondo per condutture e sottostazioni, mentre il materiale rotabile costò lire italiane 1 050 000 per ciascuno di essi.

Nel 1916 fu deciso ed iniziato il prolungamento della elettrificazione da Kiruna verso Luléa e Svartö il quale, nello scorso anno, costò 23 240 000 lire italiane e nel 1917 40 600 000. La trasformazione verrà estesa progressivamente a tutte le altre linee, perchè la Svezia, non possedendo carbone, ha il massimo interesse di sfruttare le risorse idrauliche per la sua rete ferroviaria.

Nota — Il ragguaglio fra la corona svedese e la lira italiana è stato fatto sul valore della moneta italiana prima della guerra.

A. Me.

VARIE.

La corrosione elettrolitica del piombo - (Engineering 29-10-20) — La questione di usare piombo duro e tenero nei lambicchi e nelle serpentine fu sollevata alcuni anni or sono da Eckelt, il quale riferì il caso di un lambicco da etere (nel quale veniva distillato un miscuglio di acido solforico e di alcool), il quale era stato distrutto in tre giorni. Nella Chemiker Zeitung del 5 ottobre il Dr. Oscar Schaal riferisce di aver osservato una gravissima corrosione di un lambicco simile in sette ore, e in altro caso in tredici ore. Le serpentine erano fatte con piombo duro, i lambicchi con piombo tenero, e la corrosione fu riscontrata, in un caso, nella parte inferiore del lambicco, dove il fondo era saldato a una cassa esterna di piombo. Quando il piombo tenero e duro sono in contatto, il piombo puro tenero diventa l'anodo ed è attaccato.

Schaal ha misurato correnti di 0,2 amper e attribuisce l'inconveniente a corrosione elettrolitica. Si può evitare la corrosione mediante un sicuro collegamento alla terra, mentre il pericolo elettrolitico è spesso trascurato, e non si cura sufficientemente la messa a terra. Nel caso citato il piombo era quasi privo di antimonio, ma conteneva 0,85 per cento di stagno. Il piombo impiegato negli apparecchi di questo genere dovrebbe essere uniforme, e le parti dovrebbero essere messe a terra separatamente.

E. C.

NORME, LEGGI, DECRETI E REGOLAMENTI

Prescrizioni per i fili isolati destinati agli avvolgimenti delle macchine elettriche, approvate il 22 luglio 1920 dalla « Chambre Syndacale des Constructeurs de gros matériel électrique ». (R. G. E. 11.9.20).

Queste prescrizioni sono applicabili ai conduttori isolati, destinati agli avvolgimenti delle macchine elettriche, a sezione circolare di diametro compreso generalmente fra 0,2 e 0,7 mm oppure a sezione rettangolare di 0,8 a 15 mm di lato.

A - Metallo.

1°. — *Qualità del metallo.* — Il metallo impiegato deve essere rame elettrolitico, con microhm/cm a 0° C. di 1,59 con la tolleranza di 2 per cento. (Provvisoriamente questa tolleranza sarà del 3 per cento).

Il coefficiente di temperatura a 0° C. deve essere di 0,00427 con la tolleranza di 1 per cento.

Il filo trafilato deve essere senza sbavature, sfaldature o altre scabrosità che possano danneggiare l'isolamento.

2°. — *Misura della ricottura.* — Il filo nudo deve essere ben ricotto e l'operazione del rivestimento deve essere condotta, in modo da ridurre al minimo il rincrudimento dei fili.

Devono essere prelevati dalla fornitura dei campioni di 40 cm di lunghezza che saranno raddrizzati con precauzione, e liberati dal loro isolante per essere provati mediante un apparecchio molto semplice, composto essenzialmente da una morsa e da un settore graduato.

Il filo viene fissato nella morsa in modo da lasciar libera una lunghezza di 30 cm. Lo si devia in un angolo di 30° avendo cura di esercitare lo sforzo in un punto determinato della parte libera del filo, e tale che la distanza fra il bordo della morsa e il punto di applicazione sia uguale a 40 volte il diametro del filo (o lo spessore della sbarra).

Il campione viene subito abbandonato a sè; l'angolo di ritorno deve essere inferiore a 5°, il filo perfettamente ricotto, dando un angolo di ritorno di circa 3°.

Questo apparecchio potrà servire per misurare la ricottura dei fili fino a 7 mm di diametro o di spessore.

3° — *Tolleranza sulle dimensioni dei fili nudi.*

a) *Fili tondi.* — Il diametro del filo, spogliato del suo isolante, si prende uguale alla media delle letture fatte secondo due direzioni ortogonali. Si può impiegare un palmer a frizione oppure un micrometro a quadrante, come per la misura dei fili isolati.

Le tolleranze ammesse sono le seguenti:

Diametro del filo nudo in mm	*Tolleranze*
da 0,2 a 0,5	+ 0,01 mm
da 0,51 a 1,00	+ 0,01 mm
da 1,05 a più	+ 1 per cento del diam.

b) *Fili rettangolari* — Le tolleranze ammesse per i lati del rettangolo sono specificate nella seguente tabella:

Dimensioni del lato considerato del rettangolo in mm	*Tolleranze*
da 0,8 a 2,5	+ 0,025 mm
da 2,6 a più	+ 1 per cento del lato

4° — *Raggio dell'arrotondamento degli angoli dei fili rettangolari isolati.* — I raggi di curvatura degli angoli devono corrispondere alla tabella seguente:

Dimensioni minime del rettangolo in mm	*Raggio di curvatura in mm*
da 0,8 a 1,5	0,4
» 1,6 » 3	0,5
» 3,1 » 5	0,8
» 5,1 » 7	1,0
» 7,1 » più	1,5

Per i nastri più sottili le estremità sono arrotondate a semicerchio

L'arrotondamento deve essere più regolare che sia possibile, senza spigoli vivi nè sbavature.

Questi raggi di curvatura devono essere rispettati con una tolleranza di ± 20 per cento del valore indicato. Questa condizione sarà verificata con calibratoi di arrotondamento in sottile lastra di acciaio.

B - Isolante.

1° — *Qualità del materiale.* I fili di cotone o di seta e lo smalto impiegati per l'isolamento dei fili o nastri di rame, devono essere meccanicamente molto resistenti, e non contenere im-

purità capaci di attaccare il rame durante l'uso, nè materie dannose alle loro qualità isolanti.

La copertura o la treccia, devono essere eseguite colla massima regolarità senza vuoti, e la copertura senza sovrapposizioni.

La tensione dei fili isolanti deve essere sufficiente per evitare lo scorrimento della copertura sul filo durante la messa in opera.

Lo smalto deve presentare una superficie liscia, senza bolle d'aria e senza punture.

La prova, mediante l'immersione del filo isolato in un bagno di mercurio, non deve rivelare alcun contatto fra i due metalli.

2° — *Tolleranza sulle dimensioni dei fili isolati.* Le dimensioni dei fili isolati devono essere misurate con un micrometro a quadrante fra due faccie piane circolari di 5 mm di diametro, con uno sforzo massimo di 20 gr.

Per i fili tondi si devono fare delle letture in due direzioni ortogonali, e dalla media di questa lettura sottrarre il diametro medio del filo nudo. Il doppio dello spessore dell'isolante, così ottenuto, non deve superare i valori indicati nelle tabelle seguenti.

E' però ammessa una tolleranza in meno del 10 per cento negli aumenti di spessore indicati.

C - Campioni di misura.

Come campioni di misura si devono impiegare calibratoi Johanson tarati a 0° C.

TABELLA DEGLI AUMENTI DI DIAMETRO DOVUTI ALL'ISOLANTE.

Diametro del filo nudo mm.	Smalto mm.	1 copertura di cotone mm.	2 coperture di cotone mm.	3 coperture di cotone mm.	2 coperture 1 treccia di cotone mm.	Smalto e 1 copertura di cotone (1) mm.	1 copertura di seta (2) mm.	2 coperture di seta (2) mm.	1 copertura di seta 1 copertura di cotone mm.
							al max	al max	al max
da 0,28 a 0,50	0,5	0,13	0,22	—	—	0,13	0,06	0,11	0,18
0,51 1,00	0,5	0,13	0,22	—	—	0,13	0,06	0,11	0,18
1,05 1,50	—	0,16	0,22	—	—	0,16	0,06	0,11	0,18
1,55 1,95	—	0,16	0,22	—	—	0,16	—	—	—
2,00 2,30	—	—	0,27	—	—	—	—	—	—
2,40 3,00	—	—	0,32	0,60	—	—	—	—	—
3,10 4,00	—	—	0,37	0,60	0,90	—	—	—	—
4,00 7,00	—	—	0,37	—	—	—	—	—	—

TABELLA DEGLI ISOLAMENTI PER FILI RETTANGOLARI.

Dimensioni massime del rettangolo mm.	Smalto mm.	1 copertura di cotone mm.	2 coperture di cotone mm.	3 coperture di cotone mm.	2 coperture 1 treccia di cotone mm.	Smalto e 1 copertura di cotone mm.	1 copertura di seta mm.	2 coperture di seta mm.	1 copertura di seta 1 copertura di cotone mm.
2	—	—	0,22	—	—	—	—	—	—
3	—	—	0,32	—	—	—	—	—	—
4	—	—	0,37	0,60	—	—	—	—	—
7	—	—	—	0,60	0,90	—	—	—	—

NOTA. — Questa tabella deve intendersi senza tolleranza in più. Si accorderà tuttavia una tolleranza di 1/10 in più sulla misura dello spessore sui lati maggiori.

E. C.

(1) Si ammetterà per lo smalto un aumento di diametro di 0,05 mm al massimo. I numeri di questa colonna si riferiscono al solo aumento di diametro per la copertura e devono quindi aggiungersi ai 0,05 mm dovuti allo smalto.

(2) Si stabiliranno per la seta gli aumenti di diametro di 0,05 e 0,10 mm quando le condizioni del mercato saranno tornate normali.

Associazione Elettrotecnica Italiana

Eretta in Ente morale il 3 Febbraio 1910

Notizie delle Sezioni

SEZIONE DI LIVORNO.

Il mattino del 19 Dicembre alle ore 10 la Sezione si è riunita in assemblea ordinaria nella sua sede, presso la Società Ligure Toscana di Elettricità. Presiedeva il Prof. Vallauri ed era presente buon numero di soci e di ospiti.

Presidente — Cari Colleghi, è questa la prima volta che noi ci riuniamo dopo che la nostra Sezione ha subito una perdita grave e dolorosa. A me tocca il compito, caro e penoso insieme, di rievocare dinanzi a voi la figura del diletto amico e dell'assiduo compagno di lavoro

Ing. GENNARO DEL SANTO

Nato da modesta famiglia a Meta di Sorrento e licenziato giovanissimo da quell'Istituto Nautico, era passato alla Scuola Navale di Genova e poi al Politecnico di Napoli, ove si laureò con onore ingegnere elettromeccanico. Scoppiata la guerra internazionale aveva servito prima nel Corpo Reali Equipaggi, poi come Ufficiale di Complemento nello Stato Maggiore della Marina, pagando con la dura vita di bordo il suo tributo alla difesa della Patria. Destinato a Livorno come assistente presso l'Istituto Elettrotecnico e Radiotelegrafico della Marina, dedicò ad esso tutta la sua attività fino a quando fu dispensato dal servizio militare; e vi restò anche in seguito con l'incarico dell'insegnamento di misure elettriche. Frattanto era passato alle Officine Elettromeccaniche Vestrini, prima come capo dell'ufficio tecnico, poi come direttore.

Una sera, era una sera di domenica, egli era rimasto in laboratorio fino a tarda ora della notte. La mattina dopo all'alba spirava. Un'attacco violento, quasi direi una esplosione di emotisi, del male tremendo, che lo minava senza che egli neppure lo sospettasse, lo dissanguava e lo soffocava ad un tempo. Di lui veramente può dirsi che è morto sulla breccia.

Piccolo, bruno, pallido, calmo nelle movenze e nel parlare, ma vivacissimo nello sguardo, aveva sul volto una espressione di seria bontà e di contenuta dolcezza. Amava il suo lavoro con passione sincera e disinteressata. Ricordo che fino da quando lo ebbi a discepolo nel laboratorio di Napoli mi colpirono le sue attitudini di studioso e di sperimentatore. Qui a Livorno svolse da solo, con rara finezza, il progetto dei nuovi archi Poulsen da 350 kW, eseguì accurate esperienze sui duplicatori di frequenza e sulle perdite nel ferro a frequenze elevate, partecipò a tutti i lavori del nostro Istituto, si dedicò infine a una ricerca minuziosa ed esauriente sui contatori a induzione, ricerca che la morte ha troncato.

Aveva una modestia e un senso della misura, che raramente si incontrano accanto all'ardore e alla fiducia in se stessi dei giovani dotati di ingegno superiore alla media. Gli studi cui ho accennato non erano davvero mediocri, in confronto con tanta mediocrità, dilagante sopra tutto in certa letteratura tecnica straniera; eppure egli non si lasciò mai indurre a predisporli per la pubblicazione, nella speranza di renderli più completi e perfetti. E sebbene l'aspirazione alla carriera accademica fosse in cima ai suoi pensieri, egli si preparava alla sua libera docenza con uno scrupolo con una tenacia, con una ripugnanza contro ogni fretta, con una dignità veramente ammirevoli.

Non sdegnava i compiti modesti, talvolta ingrati, che la vita di quel piccolo microcosmo che è un laboratorio scientifico impone, dalle cure per la buona conservazione degli strumenti alla condotta del macchinario e dei servizi, alla ricerca paziente dei guasti e all'esecuzione delle riparazioni. L'impianto delle macchine, la costruzione e la messa in opera dei quadri e della complicata rete interna del nostro Istituto sono tutta opera sua, poichè egli sapeva piegarsi ad essere attento e minuzioso esecutore, pur sapendosi non mediocremente dotato di qualità direttive. E di queste ben diede prova nelle Officine Vestrini ove era circondato da una speciale, affettuosa, edificante deferenza da parte di tutti, senza eccezione alcuna.

Della sua vita privata si può dire che era così semplice e modesta da sembrar quasi monastica. Raccoglieva i suoi risparmi per la Mamma lontana, rimasta nel dolce e ridente paese di cui la nostalgia di tempo in tempo l'assaliva. Quando l'anno scorso, la Mamma sua morì, e non gli rimase che il fratello, cui egli, minore di anni, aveva da lungi provvidamente aiutato a trovarsi una via nella lotta per la vita, parve raccogliersi ancor più nella sua intenta operosità di studioso e di tecnico, tra l'Accademia e l'officina. Io vorrei poter mostrare a tanti giovani i piccoli taccuini, in cui il povero Del Santo notava ordinatamente ogni sua spesa, fin da quando aveva lasciato la casa paterna; e vorrei far loro contare le poche lire, dico le poche lire, che egli aveva speso per i suoi svaghi, negli anni che per tanti altri sono i più disordinati e più prodighi. In questo egli era un campione di quella piccola borghesia provinciale del Mezzogiorno, che vive in difficili strettezze e che pur rappresenta e più potrà rappresentare in avvenire un tesoro inestimabile di preziose energie per la Nazione.

Io ebbi recentemente ad esprimere il mio rammarico, perchè, in questo amaro periodo, in cui nel nostro paese alla dura crisi materiale si sovrappone e si intreccia una crisi spirituale ancora più grave, la schiera dei giovani che noi, modesti studiosi delle scienze sperimentali, vorremmo vedere intenta a seguire il nostro stesso cammino per far più e meglio di noi, è ormai così esigua, che non si può guardare all'avvenire senza oscure preoccupazioni. Perciò la scomparsa del nostro Caro Collega è una grave perdita per la famiglia degli elettrotecnici. A noi non resta che serrare le file, e cercare, nel memore pensiero rivolto all'amico perduto, un incitamento a perseverare tenacemente in quella parte di compito non lieve, e però non ingloriosa, che spetta a noi elettrotecnici nel sollevare a maggiori destini le sorti della Patria.

Presidente — Secondo la consuetudine, vi invito a levarci in piedi e a raccoglierci per un istante in un pensiero di omaggio alla memoria del nostro compianto Collega.

Il *Presidente* passa poi ad annunciare il forte incremento recato dalle continue numerose inscrizioni alla nostra Sezione, che ha superato ormai i 200 soci; e porge ai nuovi inscritti il benvenuto del sodalizio. Riferisce poi sull'ultima riunione di Roma e sulle questioni da decidersi nel prossimo referendum. Accenna al programma di attività della sezione, che conta di poter svolgere nei prossimi mesi con l'appoggio di parecchi soci autorevoli e volenterosi.

Su proposta del vicepresidente Ing. Comm. *Rosselli* si rimandano alla prossima assemblea le elezioni per il completamento del consiglio direttivo e la discussione dei bilanci; poi il Prof. Vallauri cede la presidenza al vicepresidente, che gli dà la parola per lo svolgimento dell'annunciata comunicazione « Misure di radiazione sugli aerei r. t. ». Il Prof. Vallauri riferisce sui metodi di misura sviluppati e adottati dalla Regia Marina per lo studio degli aerei, compreso quello recentemente proposto e applicato con successo dal Com. Pession.

Terminata la comunicazione, che è vivamente applaudita, e aperta la discussione, l'Ing. *Rabbeno*, rilevando l'accenno ai bassi rendimenti di radiazione degli aerei e alla speranza di radicali progressi in questo campo, domanda se non vi sia per avventura una qualche ragione teorica che determini a priori un limite massimo, al di là del quale il rendimento non potrebbe salire. Il Prof. *Vallauri* risponde non risultargli che la dimostrazione teorica dell'esistenza di un tale limite sia stata data; espone e analizza le varie cause di perdita di energia oscillatoria negli aerei, e sopra tutto la resistenza della presa di terra. Accenna ai vari mezzi escogitati per aumentare il rendimento di radiazione diminuendo le resistenze passive, e specialmente al sistema ad antenna multipla dell'Alexanderson. Il Prof. *Puccianti* chiede indicazioni sulla presa di terra e sul rendimento di radiazione degli aerei navali e il Prof. *Vallauri* risponde accennando ai vari metodi sperimentati e seguiti per effettuare il collegamento dell'aereo con lo scafo e quindi col mare, in modo da ridurre al minimo la resistenza.

La seduta è tolta alle 12.

★

SEZIONE DI MILANO.

Domenica 9 corr. i Soci della sezione in forte gruppo (più di una sessantina) visitarono le officine di Porta Volta della Soc. Edison e la Sottostazione di via Gadio dell'Azienda Elettrica Comunale, cortesemente accolti e guidati dall'Ing. Orlando a Porta Volta e dagli Ingg. Leidi e Raimondi a via Gadio.

La Presidenza, lieta di veder accolta con simpatia l'idea di queste riunioni, si ripromette di indirne altre in Milano e dintorni e ringrazia intanto la Direzione delle due Aziende ed i loro tecnici che con tanta cortesia fecero gli onori di casa.

★

La sera di lunedì 10, dinnanzi ad una numerosissima Assemblea il Presidente *Ing. Prof. Rebora* trattò degli *scaricatori a distanza esplosiva*, trattando separatamente dei tre elementi che li costituiscono: spinterometri, reattanze, e resistenze. Su queste ultime si diffuse particolarmente esponendo i risultati di numerose ed interessanti esperienze sulla resistività dell'acqua. Il testo della comunicazione, che fu vivamente applaudita, sarà pubblicato integralmente in uno dei prossimi numeri.

Dopo la comunicazione non si ebbe discussione « ufficiale », ma, come spesso accade nelle nostre adunanze, un buon gruppo di colleghi si fermò a discutere abbastanza a lungo su alcune delle osservazioni esposte dal Rebora.

★

SEZIONE DI TORINO.

Adunanza del 27 dicembre 1920 ore 21

La Seduta è aperta alle 21,30 dal Presidente ing. Thovez. Letto ed approvato il verbale della Seduta precedente il Segretario comunica l'ammissione dei seguenti nuovi Soci: Mannicini Luigi, Pedriali ing. Giuseppe, De Dominicis ing. Gaetano, Michieli ing. Luciano, Tedeschi ing. Giulio, Scianca Attilio, Caretta cav. Alessandro, Sella dott. Gregorio, Laporta Francesco, Trenta Filippo, Chiapussi ing. Luigi e Bruno Pietro.

Il Presidente dà notizia della costituzione, per iniziativa della locale Sezione dell'A. E. I., di un Comitato Direttivo per un'Esposizione Internazionale di Apparecchi Elettrici di uso domestico che si effettuerà in Torino nei mesi di maggio e giugno dell'anno prossimo, e partecipa che a far parte di tale Comitato sono stati chiamati i sigg. ing. Chiesa (presidente) ingg. Palestrino e Parmeggiani, rag. Pallavicini, sig. Formica, ingg. Thovez, Soleri, Morelli, Tedeschi Vitt., Giovara, Biagini, Scaramuzza, Borella, Lignana, Bergerault, Bosone.

Passando al secondo numero dell'Ordine del giorno il Presidente osserva che non si è potuto ancora compilare il bilancio preventivo pel 1921 non conoscendosi il contributo da versarsi alla Sede Centrale e neppure essendo stato fissato con precisione il contributo da versarsi alla locale Federazione. Rilevando tuttavia come il bilancio dell'anno in corso si chiuda con una discreta attività ritiene di poter proporre all'Assemblea che la quota per il 1921 venga aumentata soltanto della cifra corrispondente all'aumento di contributo richiesto dalla Sede Centrale per cui è in corso il referendum fra i Soci di tutte le Sezioni. In seguito a dettagliate spiegazioni sull'attuale stato finanziario date dal cassiere rag. Pallavicini l'Assemblea approva all'unanimità la proposta del Presidente.

Si passa quindi alle elezioni dell'Ufficio di Presidenza pel triennio 1921-23 di due consiglieri e di tre consiglieri delegati in sostituzione degli scadenti e di un nuovo consigliere delegato al quale la Sezione ha diritto avendo sorpassato i 300 Soci. Risultano eletti: *Presidente*: Soleri ing. comm. Elvio - *Vicepresidente*: Palestrino ing. cav. Carlo - *Segretario*: Bosone ing. Luigi - *Consiglieri*: Nizza ing. Fernando - Formica Antonio - *Consiglieri Delegati*: Ponti ing. G. G. - Lignana ing. Giuseppe - Imoda ing. G. E. - Nersi ing. Ercole.

Per la revisione dei bilanci l'Assemblea all'unanimità conferma per il 1921 la Commissione attualmente in carica composta dai soci: ing. Dumontel, Giorelli, Vinca, Jean, Peyron.

Il Presidente Thovez rivolge quindi ai Soci cordiali parole di congedo ed ai nuovi eletti le sue felicitazioni, ed esprime l'augurio di un lieto ed operoso avvenire della nostra Sezione accennando ai principali obbiettivi cui dovrebbe tendere l'attività dell'Associazione. A nome dell'Ing. Soleri assente risponde l'ing. Palestrino per ringraziare l'ing. Thovez ed esprime la ferma volontà della nuova Presidenza di dedicare la propria attività allo sviluppo della Sezione.

Il Presidente dà quindi la parola all'ing. Chiesa perchè inizii l'annunciata discussione sugli isolatori per linee ad alta tensione.

L'ing. Chiesa tratta degli isolatori a sospensione rilevandone i difetti e gli inconvenienti dovuti specialmente a rotture che avvengono in seguito a rapide variazioni di temperatura. Mostra alcuni dei più moderni tipi di isolatori a catena illustrandone i particolari costruttivi ideati allo scopo di ovviare agli inconvenienti citati e conclude ritenendo che il problema costruttivo dell'isolatore a sospensione non può ancora dirsi risolto.

Prende quindi la parola l'ing. Lutz per mostrare all'Assemblea un nuovo tipo di isolatore da lui studiato per linee ad alta tensione e costituito da un tubo di speciale materiale isolante protetto da una serie di cappelli in alluminio. Tale sistema venne già applicato con esito favorevole su parecchie linee; tuttavia solo la pratica di alcuni anni di esercizio potrà dare un sicuro giudizio sul comportamento elettrico e meccanico del materiale isolante.

Rilevando come l'isolatore descritto non sia adatto a sopportare notevoli sforzi meccanici l'ing. Lutz mostra pure un altro isolatore del tipo a catena da lui studiato come isolatore d'amarraggio.

Chiude la discussione l'ing. Palestrino fornendo interessanti spiegazioni sulle caratteristiche e sui particolari costruttivi dei più moderni tipi di isolatori rigidi montati su perno, i quali fino ad oggi per tensioni non eccedenti i 75 000 ed 80 000 volt debbono ritenersi preferibili agli isolatori a sospensione.

La seduta è chiusa alle ore 23.

TEDESCHI GIOVANNI FU GIOVANNI, *gerente responsabile* ARTI GRAFICHE VARESINE - VARESE

VOL. VIII (XXV degli Atti) 25 Gennaio 1921 N. 3

L'ELETTROTECNICA

GIORNALE ED ATTI DELLA

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

REDAZIONE ED AMMINISTRAZIONE: VIA SAN PAOLO, 10 - MILANO - TELEFONO N. 20-86

REDATTORE CAPO: A. BARBAGELATA - REDATTORI U. BORDONI - M. SEMENZA - G. VALLAURI

È GRADITA LA COLLABORAZIONE DEI LETTORI - GLI ARTICOLI DI INTERESSE GENERALE ACCETTATI DALLA REDAZIONE SONO COMPENSATI

I MANOSCRITTI NON SI RESTITUISCONO

Le elezioni generali.

Lo scrutinio per le elezioni generali, chiusesi il 20 corrente presso le Sezioni, seguirà a Milano il 3 Febbraio prossimo. Al momento di andare in macchina, dalle notizie pervenute all'Ufficio Centrale, risulterebbe che alla sezione di Milano i votanti furono 285 (pari al 28,5% degli iscritti), alla sezione di Torino furono 108 (35% degli iscritti) ed alla sezione di Roma 184 (43,5%). Complessivamente si può presumere che la media generale dei votanti non sarà molto diversa da quella avutasi nelle precedenti elezioni generali.

Per affrettare l'elettrificazione delle nostre ferrovie.

L'ing. BRANDI ritorna oggi su di un argomento già da lui svolto su queste colonne pochi mesi fa, proponendo, come mezzo per la sollecita elettrificazione di alcune ferrovie italiane che dovrebbero attendere la loro trasformazione per mancanza di energia idroelettrica, l'impianto di piccole centrali con motori a gas, distribuite lungo le linee da elettrificarsi. Egli completa, nell'odierno scritto, il suo precedente articolo con confronti economici, prendendo per base le cifre riportate nel noto recente studio dell'ing. G. Semenza, e giunge a risultati che, secondo quanto egli dice, dovrebbero senz'altro dimostrare una grande convenienza economica nell'adozione del sistema da lui preconizzato.

Noi siamo assai lieti di vedere che una questione così vitale per il nostro paese come quella dell'elettrificazione delle ferrovie, continui ad essere esaminata e discussa nei suoi varî aspetti in modo da creare a poco a poco, una vera opinione nazionale in proposito. Anche l'Associazione Nazionale degli Ingegneri Italiani, nel congresso tenuto a Roma lo scorso mese (congresso del quale daremo nel prossimo fascicolo una ampia cronaca) si è occupata della questione, e, con la nostra consueta oggettività, daremo un fedele riassunto anche della relazione Schupfer destinata a gettare un po' d'acqua sul fuoco degli entusiasmi degli elettrificatori ad ogni costo.

Frattanto, ritornando alle proposte dell'ing. BRANDI, mentre ci auguriamo che su di esse si sviluppi un po' di discussione sul nostro giornale, non possiamo tacere una nostra impressione, già espressa in occasione del primo scritto dello stesso autore: l'impressione cioè che il Brandi abbia portato al primo piano fra le molteplici difficoltà che si oppongono alla larga adozione della trazione elettrica, quella che, secondo noi, è invece assai secondaria: la mancanza di energia idroelettrica. Ben più gravi e diverse sono le ragioni per cui non si riesce ad elettrificare che assai pochi chilometri all'anno anche nelle regioni d'Italia dove l'energia elettrica non è mai mancata. E' l'attrezzatura delle linee di contatto, è, sopratutto, la difficoltà di avere i locomotori, che ritarda l'elettrificazione, tanto che ancora oggi non si può dire quando sarà elettrificata quella Ronco-Torino da tanto tempo decisa. Dopo l'armistizio furono passate notevoli ordinazioni di locomotori trifasi del tipo finora meglio riuscito (il 550, con pochi ritocchi) a parecchie ditte nazionali; ma per quanto ci consta nessuna consegna è ancora avvenuta. E si pensi che, secondo i ferrovieri, occorre la dotazione di un locomotore per ogni due km di linea! Di fronte a questa difficoltà quella dell'energia passa del tutto in secondo ordine: si può con tutta coscienza asserire che la mancanza d'energia non ha mai ritardato di un giorno l'elettrificazione di un kilometro di linea e si può essere certi che lo sviluppo degli impianti idroelettrici non seguirà, ma precederà sempre in Italia l'elettrificazione ferroviaria.

Quanto alla sostanza delle proposte Brandi, non vogliamo certo qui anticipare un giudizio; ma ci sembra che, anche volendosi mettere dal punto di vista dell'egregio autore, l'equipaggiare e il far funzionare molte piccole centrali con motore a gas, dovrebbe costare di più che non ricorrere a poche grandi centrali a vapore situate in vicinanza dei porti o dei luoghi di produzione del combustibile nazionale. Occorrerebbero si, in tal caso, delle linee primarie di trasmissione e le sottostazioni di conversione; ma queste prenderebbero il posto delle piccole centrali indipendenti, e le une e le altre sarebbero già pronte il giorno in cui venisse disponibile l'energia idroelettrica.

Inoltre — e la cosa si ricollega a quanto dicevamo più sopra — non ci sembra rispondere ad un giusto criterio, il far gravare sulla trazione elettrica l'intero costo degli impianti idroelettrici. Siamo da tempo d'avviso che non si dovrebbero mai costruire centrali esclusivamente riservate alla trazione e che questa dovrà sempre essere considerata come una delle utenze dei nuovi impianti, in modo che la miglior utilizzazione dell'energia consentita dagli altri utenti possa consentire una qualche riduzione di prezzo per i chilowattora ceduti alle ferrovie. Le centrali ferroviarie autonome sono sempre state nei desideri dei nostri maggiori ingegneri ferroviarî; ma il loro criterio è stato ripetutatemente confutato e scartato anche dalle superiori sfere dirigenti, che hanno riservato alle ferrovie il diritto di creare degli impianti proprî solo nei casi in cui non fosse assolutamente possibile procurarsi l'energia idroelettrica dall'industria privata. Caso che, pensiamo, non dovrebbe mai verificarsi!

Ad ogni modo la discussione sulle idee dell'ing. Brandi è aperta. Solo noi vorremmo che la discussione sul modo migliore di elettrificare le ferrovie secondarie, non distogliesse le forze fattive del Paese dalla elettrificazione di quei pochi tronchi di linee di valico a grande traffico sulla cui necessità tutti sono concordi e per le quali anche la questione del sistema è stata ormai risolta di autorità. Possiamo oggi tutti sorridere dei 400 chilometri *annui* di nuove elettrificazioni ripetutamente e solennemente decretati; ma non vorremmo che occorressero ancora dei lustri per elettrificare la Torino-Ronco, le linee liguri e sopratutto, la Porrettana.

La resistività dell'acqua.

Tutti coloro che hanno dovuto allestire qualche volta delle resistenze liquide sanno per prova quanto variabile e incerta sia la resistenza specifica dell'acqua. Ma ben poche ricerche metodiche sono state fatte e presso che nulla si è pubblicato in argomento. L'ing. REBORA ha voluto colmare la lacuna ed in una comunicazione alla Sezione di Milano sugli scaricatori a distanza esplosiva (di cui diamo oggi il testo) ha esposto i risultati delle sue metodiche esperienze. Dobbiamo essergliene grati tanto più quanto è lamentata la scarsità di siffatti lavori sperimentali, poco brillanti, ma faticosi; e che pur portano un contributo veramente concreto alla somma delle nostre conoscenze.

Così il Rebora ci insegna oggi che non solo « acqua » è una parola, elettricamente parlando, assai indeterminata; ma che indeterminatezza anche maggiore ha l'espressione « acqua distillata » che con mentalità un po' troppo scolastica ci eravamo abituati a considerare come qualche cosa di ben definito, di « standard ». Più curiosa ancora la osservazione del Rebora sull'ottimo comportamento dell'acqua potabile di Milano. Sarebbe desiderabile che altre acque potabili fossero sottoposte alle semplici misure descritte dal Rebora per vedere se si tratta di un caso singolare o se invece tutte le acque che corrispondono ai requisiti medî di potabilità, sono ugualmente così permanenti nei riguardi della loro resistenza elettrica.

LA REDAZIONE.

:: Col corrente anno 1921 l'INDICE BIBLIOGRAFICO sarà ancora pubblicato a puntate in fascicoli trimestrali che saranno inviati regolarmente e gratuitamente ai Soci ed Abbonati che già fecero richiesta dell'Indice 1920 ed a tutti quelli che ne faranno richiesta prima del 30 marzo 1921 :: :: :: :: :: ::

LE ATTUALI PROTEZIONI A DISTANZA ESPLOSIVA

GINO REBORA

Comunicazione alla Sezione di Milano il 10 gennaio 1921

1. — GENERALITA'.

Le disposizioni di protezione a distanza esplosiva sino ad oggi più usate negli impianti Italiani si compongono delle seguenti parti:

A) *Distanze esplosive* (corni o serie di rulli);

B) *Bobine di reattanza* (spirali cilindriche o piane, di rame o di alluminio: raramente di ferro);

C) *Resistenze* (ad acqua, metalliche in olio, di carborundum: più raramente di carbone e metalliche in aria).

Tali elementi fondamentali possono essere variamente connessi e finora i loro raggruppamenti e le proporzioni assegnate rispondono più spesso a criteri empirici e in ogni caso qualitativi piuttosto che quantitativi. In realtà io penso che la efficacia dei dispositivi di protezione — qualunque essi siano — sarà raggiunta solo quando si avrà una nozione esatta quantitativa e numerica dei fenomeni svariatissimi che minacciano le nostre installazioni.

In attesa, è certo utile intensificare la osservazione obbiettiva dei fatti.

Allo stato attuale delle nostre cognizioni è per vero assai difficile giudicare il comportamento pratico di un dato tipo di scaricatore. Il non aver noie in un dato impianto non significa sempre che la protezione adottata sia efficace: qualche volta dimostra solo che la protezione, per suo conto, non è dannosa. Si conoscono installazioni, linee, impianti interi, rimasti per diverse ragioni privi di scaricatori per lungo tempo senza accusare disturbi. Vi sono altri impianti nei quali le protezioni non impediscono il ripetersi di gravi danni: vero è che il difetto della protezione può talora risiedere nelle proporzioni delle parti piuttosto che nel sistema. In altre reti infine, osservando con cura gli scaricatori, si nota subito dallo stato di conservazione, che l'intervento loro è raro e in ogni caso non dà luogo a fenomeni cospicui.

Fig. 1.

2. — DISTANZE ESPLOSIVE.

Per le tensioni basse e medie si usano spesso i rulli preceduti da uno spinterometro a sferette, regolabile. Per le più elevate sono maggiormente diffusi i corni.

Il numero dei rulli per polo in serie tra filo e terra corrisponde in media ad uno spazio (0,8 $\div$ 1 mm) per ogni 350 Volt di linea (la tensione per spazio varia fra 250 e 500 V dalle più elevate alle più basse).

Le distanze tra i corni vengono aggiustate sperimentalmente e diversificano, come è logico, da luogo a luogo poichè tale valore dipende dalle sopratensioni di solito presenti, proprie di ciascuna rete.

In sede di montaggio si può incominciare con una distanza di 1 mm per ogni kiloVolt tra i fili di linea: salvo praticare in seguito una rettifica, che per vero dire si risolve quasi sempre in un aumento di distanza. La regola enunciata vale per le tensioni da 2000 Volt in sù e per corni situati al coperto.

3. — BOBINE DI REATTANZA.

Esse variano assai sia per forma, sia per valore di induttanza. Si va infatti dalla modesta spirale cilindrica di 10 cm di diametro ed una ventina di spire fatta talora col filo stesso di linea, alla grande bobina piatta di 70 $\div$ 80 cm di diametro di costruzione complessa ed accurata. I valori dell'induttanza oscillano tra 0,05 e 1,00 milli-Henry; cioè nel rapporto da 1 a 20. Vengono di regola costruite senza ferro.

Queste bobine sono proporzionate fino ad oggi in modo arbitrario e le dimensioni loro sono per lo più determinate in base al concetto di non provocare una caduta di tensione troppo elevata, (specie per le forti correnti a tensioni moderate) di rendere tollerabile il riscaldamento delle spire a carico normale, di contenere infine la spesa entro limiti accettabili.

Tutti elementi, come si vede, estranei alla protezione propriamente detta. Le bobine di reattanza sono apparecchi semplici che non richiedono quasi manutenzione. Circa il loro funzionamento posso affermare, a titolo di esempio, che in bobine aventi una induttanza di 0,5 milli-Henry (spirale piana di 30 spire in piattina di rame isolato) ho più volte constatato segni di bruciatura e di scariche tra spira e spira essendo l'apparecchio inserito in piccole cabine (50 $\div$ 100 kVA) su una rete a 13 000 V 42 cicli.

4. — RESISTENZE.

Anche le resistenze sono proporzionate in base a criteri prevalentemente economici e di possibilità costruttiva e pratica. Di solito il loro valore deve essere tale da non permettere — a regime — nel circuito di scarica una corrente eccessiva che possa disturbare il servizio e produrre inconvenienti maggiori di quelli che si vogliono evitare.

Di regola la resistenza è calcolata in maniera da lasciar stabilire una corrente compresa fra 3 e 10 ampere.

Chiamando R la resistenza di ciascun elemento inserito su di un polo e sul circuito di terra comune a tutte le fasi e V la tensione normale di linea tra due fili, si avranno i seguenti casi:

Cogli schemi N. 1-3-5-7-8-9-10 fig. 1 la corrente è $\frac{V}{2R}$ se la scarica avviene tra due fili e raggiunge il valore $\frac{V}{R}$ se uno dei conduttori va a terra.

Cogli schemi N. 2-4-6 la corrente è nei due casi accennati $\frac{V}{2R}$.

Le scariche tra conduttore e punto neutro non hanno qui speciale interesse poichè danno luogo a correnti di valore inferiore o intermedio fra quelli indicati per ciascun tipo di schema.

Supponendo quindi di consentire in ogni caso nel circuito degli scaricatori una corrente massima di 10 ampere la resistenza dell'elemento R risulterà così determinata:

negli schemi 1-3-5-7-8-9-10 $R = \frac{V}{10}$

negli schemi 2-4-6 $R = \frac{V}{20}$.

Analogamente per altri valori di corrente ammessa.

Le resistenze devono essere capaci di sopportare per breve tempo senza alterarsi sia le correnti indicate, sia la dissipazione di energia relativa ai fenomeni transitori. I tipi in carborundum si prestano assai bene per piccole correnti: vanno soggetti a scheggiarsi per effetto di ineguale dilatazione termica se la corrente è troppo intensa. La resistenza dei soliti bastoni di 15-30 cm di lunghezza per 1,5-2,5 cm di diametro, oscilla tra 250 e 500 Ohm. La resistività del carborundum varia tra 50 e 70 Ohm-cm e diminuisce colla temperatura. Per qualche secondo solo la bacchetta resiste a correnti dell'ordine di 3 amp.

Le resistenze metalliche in olio sono per ora le migliori e constano per lo più di fili metallici disposti su telai oppure di tessuto filo re-

sistente — amianto, il tutto immerso in una cassa di lamiera piena d'olio munita di passanti in porcellana per i capi del circuito.

Per le tensioni minori in un cassone unico possono trovar posto tutte e tre le resistenze di un sistema trifase.

Tali apparecchi presentano una assoluta costanza di resistenza e si comportano egregiamente; il loro prezzo è però alquanto elevato.

Le resistenze liquide si fanno invece preferire per il loro costo moderato ma non sempre corrispondono bene allo scopo.

Esse si distinguono: in tipi *A*) *a liquido costante* (e sono le più diffuse) e tipi *B*) *a corrente d'acqua* (di impiego più raro).

Tipi *A*). — Vasi di grès, diritti o curvi, e tubi di vetro pieni d'acqua formano resistenza tra due elettrodi disposti agli estremi del recipiente.

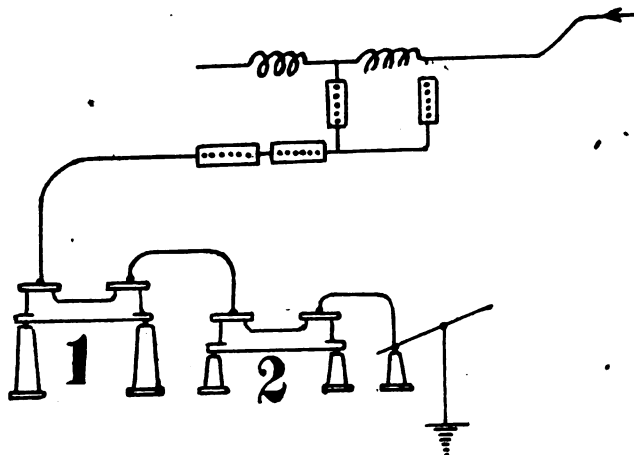



Fig. 2.

Le resistenze a grandi masse d'acqua garantiscono durante la scarica un funzionamento senza danni. I modelli più piccoli a vaso di grès ad *U* contengono circa 5 litri di acqua. I tipi maggiori a recipiente cilindrico diritto in grès hanno una capacità di circa 150 litri. Qualcuno usa aggiungere all'acqua delle resistenze liquide un po' di sublimato corrosivo. Talora si versa alla superficie del liquido uno straterello di olio minerale per impedire la evaporazione naturale dell'acqua. Procedimenti questi ambedue criticabili.

Circa l'aggiunta di sali si veda più avanti: riguardo all'olio esso facilita la proiezione dell'acqua ed insudicia il locale.

Inutile dire che occorre in ogni caso ispezionare di frequente sia lo stato dei vasi sia il livello del liquido contenuto.

Non è facile stabilire la resistenza di questi apparecchi poichè la resistività varia fortemente a seconda della qualità dell'acqua, della temperatura, della natura e quantità di sali eventualmente aggiunti, delle vicende termo-elettriche subite, ed influiscono pure gli elettrodi e la specie del recipiente.

Anche nella migliore delle ipotesi per un dato apparecchio la resistenza è sempre funzione della corrente che l'attraversa e del tempo durante il quale l'energia viene dissipata.

La resistività cresce colla purezza dell'acqua: di modo che l'acqua distillata è quella che fornisce resistenze più elevate.

Le acque potabili vengono in seguito, e da ultimo le acque superficiali torbide e più o meno ricche di sali. Se il volume di acqua è troppo piccolo si va incontro, specie nei grandi impianti, a proiezioni di liquido a produzione di vapore ed a rottura frequente dei recipienti.

L'aggiunta di sali e di acidi ha sempre per effetto di diminuire, pur in diversa misura, la resistività dell'acqua. Il capo 6 contiene le osservazioni ed i risultati sperimentali relativi alla resistività dell'acqua.

Tipi *B*) — Le resistenze a corrente di acqua si costruiscono di solito con tubi o vaschette di materiale isolante. Può servire il grès, il vetro, il legno. Il ricambio continuo dell'acqua purchè sia abbondante garantisce una temperatura e quindi una resistività sensibilmente costante e favorisce lo smaltimento di notevole energia in ottime condizioni. Naturalmente tali resistenze richiedono un impianto più ingombrante e complesso ed una sorveglianza continua.

5. — RAGGRUPPAMENTO DEGLI ELEMENTI.

Se si considera l'ingresso di una linea in un edificio le bobine di reattanza sono disposte subito dopo la derivazione agli scaricatori e tutto al più esse possono essere frazionate in 2-5 sezioni con altrettante distanze esplosive derivate tra una sezione e l'altra. Le resistenze vengono disposte in serie cogli spazi esplosivi ma la loro posizione rispetto all'impianto può essere varia.

In fig. 1 ho raccolto gli schemi usati nei più noti impianti Italiani.

Partendo da un conduttore e dirigendosi verso terra si trova sempre su ciascun polo una distanza esplosiva (semplice o doppia se a corni o multipla se a rulli) ed una resistenza. Il circuito comune che riunisce i tre poli va a terra direttamente negli schemi 1-3-5-8-9-10 o attraversa una nuova resistenza (schema 6) o passa per una nuova distanza esplosiva (schema 7) o infine incontra una nuova resistenza ed una nuova distanza esplosiva (schemi 2-4).

Lo schema 9 è identico al 5 coll'aggiunta di distanze esplosive derivate tra le fasi. Lo schema 10 coincide con 1, salvo che in esso lo spazio esplosivo è rappresentato da una serie di rulli anzichè da corni.

Esaminando la fig. 1, un fatto risalta subito all'occhio:

negli schemi 1-2-3-4-10 le resistenze sono inserite — partendo dal filo di linea — dopo le distanze esplosive; negli schemi 5-6-7-8-9 invece risultano messe prima, cioè direttamente in comunicazione col conduttore sotto tensione.

A parer mio la differenza che si può chiamare topografica influisce sul funzionamento del sistema.

Se a regime stabilito la posizione reciproca degli elementi messi in serie tra loro non ha influenza, nel caso invece di apparecchi di protezione, soggetti essenzialmente a fenomeni transitori, il fatto può avere un peso speciale.

Segnalo a tale proposito una constatazione che ritengo non priva di interesse.

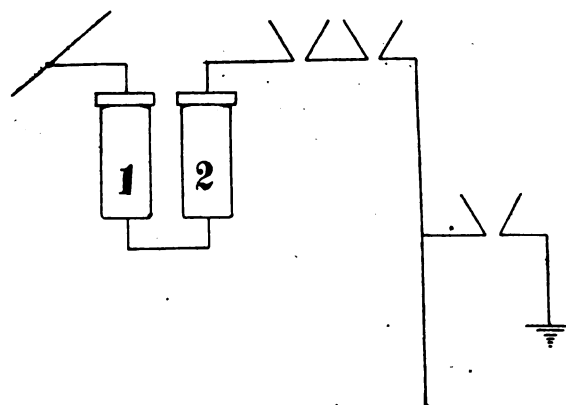



Fig. 3.

In un grande impianto (con scaricatori a rulli e due resistenze liquide, corrispondente allo schema 10 della fig. 1 per quanto riguarda la posizione delle resistenze) ho potuto constatare, in occasione di una scarica per l'andata a terra di un filo di linea a 70 000 V, che la resistenza 1 si era riscaldata assai più della 2 (fig. 2).

In un secondo impianto (a 60 000 V) fig. 3 (schema corrispondente al 7 fig. 1) si è pure notato che la resistenza 1 si scalda normalmente più della 2. Lo stesso comportamento si è verificato in altre grandi installazioni.

Si hanno quindi, prima o dopo le distanze esplosive, resistenze in serie in un circuito le quali pur essendo identiche non dissipano la stessa quantità di energia.

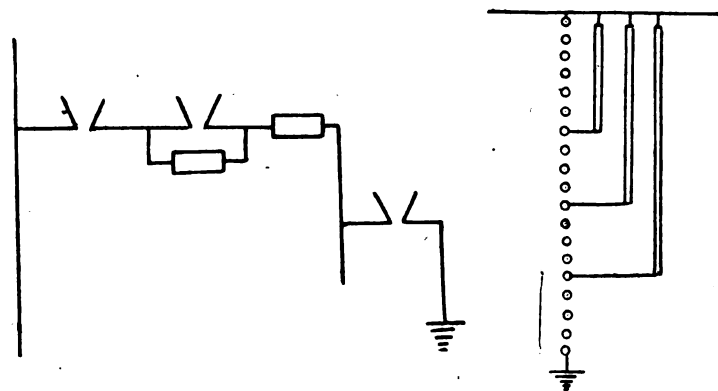



Fig. 4. Fig. 5.

Mi sembra lecito attribuire il fenomeno allo smorzamento graduale dell'onda transitoria la quale interessa maggiormente la prima resistenza cioè quella più prossima alla linea.

Sarà desiderabile che il fatto venga preso in esame in altre installazioni ed eventualmente studiato in laboratorio.

In ogni caso il valore del fenomeno non può sfuggire ad alcuno e si può prevedere che la disposizione colle resistenze verso la linea presenteranno un maggiore effetto protettivo.

Le fig. 4 e 5 indicano una speciale disposizione di resistenze messe questa volta in parallelo con uno o più distanze esplosive ed in serie con altre (rulli o corni). Non è facile assegnare un valore concreto allo schema della fig. 4: in base invece al fenomeno sopra accennato si intravede meglio la possibile utilità della disposizione fig. 5.

6. — RESISTIVITA' DELL'ACQUA.

Rari e discordanti sono i valori della resistività dell'acqua riportati in memorie scientifiche e in manuali. Ma ciò non deve recare meraviglia poichè si attribuisce il nome di acqua a un liquido che a seconda delle condizioni può essere un discreto conduttore o un isolante. Siccome l'acqua funge da resistenza in molte applicazioni elettrotecniche così ho pensato che una serie di prove sistematiche atte a mettere in evidenza le variabili del fenomeno sarebbe certo di qualche utilità.

Si può in generale affermare che la resistività di un'acqua varia colla purezza e colla temperatura. Influiscono sulla resistenza specifica sia i solidi sia i gas disciolti nell'acqua.

A) — *Metodi di misura.*

1) Trattandosi di determinazioni a scopo tecnologico ben definito ho per primo adottato il metodo che meno si scosta dal reale funzionamento delle resistenze liquide. Mi sono servito cioè di corrente alternata a 42 periodi, misurando gli ampère attraverso la massa liquida a sezione costante compresa tra due elettrodi di carbone ed i volt agli estremi. Per ogni lettura veniva notata la temperatura del liquido. Lo schema del dispositivo è rappresentato in fig. 6. Il recipiente era una vasca di vetro. Fu anche sperimentato il tubo ad U in grès della fig. 7 — modello ordinario per scaricatori avente elettrodi in metallo (ferro zincato). Tensioni usate fra 300 e 3000 Volt.

2) Il secondo metodo — che si può chiamare per sostituzione — utilizza ancora la corrente alternata (42 cicli). L'acqua è contenuta in un tubo ad U in vetro fig. 8. Gli elettrodi sono di platino platinato e lungo le branche del tubo vennero incise divisioni, ottenute con taratura preliminare, corrispondenti al rapporto fra lunghezza e sezione della colonna liquida. Di modo che la differenza tra due numeri indicati dalla scala, moltiplicata per la resistività del liquido in ohm-cm dà senz'altro la resistenza della colonna liquida compresa tra le graduazioni relative ai detti numeri [1].

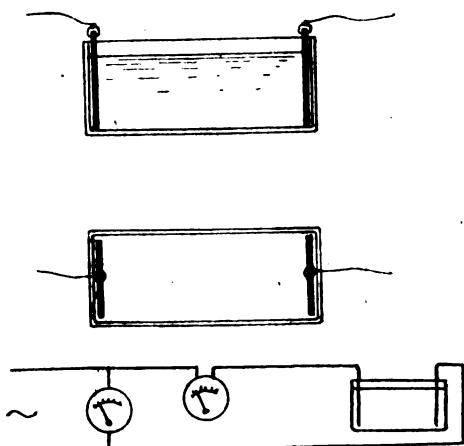



Fig. 6.

La fig. 9 illustra lo schema dei circuiti.

E è un sensibile elettrodinamometro a sospensione con lettura a riflessione [2]; H una chiave; C un corto circuito a pozzetti di mercurio; R una resistenza regolabile.

Si regolano gli elettrodi nel tubo ad U in modo da ottenere per una data tensione V alternata, una conveniente deviazione sulla scala. Si chiude C e si legge la deviazione stessa. Subito dopo si sopprime un tratto della colonna liquida (tratto che si vuol misurare) spostando uno degli elettrodi del tubo; per es. di 5 divisioni. Si apre C, si chiude H e si regola R in modo da ottenere ancora la stessa deviazione alla scala dell'elettrodinamometro (cioè la stessa corrente). R sarà la resistenza del tratto di colonna liquida soppressa e si potrà passare dal valore della resistenza R a quello della resistività.

Il dispositivo è completato da un bagno d'olio riscaldato elettricamente in cui è immerso il tubo contenente l'acqua in prova ed un termometro. Nelle presenti prove la frequenza era di 42 cicli e la tensione V variabile tra 40 e 320 Volt.

(1) Questo tipo di recipiente gentilmente fornitomi dal prof. Carrara della Scuola di Elettrochimica fu ideato da Kohlrausch, (Vedi KOHLRAUSCH e HOLBORN), *Leitvermögen der Elektrolyte*, 1898.

L'operazione si svolge pressochè fuori dal contatto dell'atmosfera e senza che il volume dell'acqua varii sensibilmente dal principio alla fine dell'esperienza. Il tubo è chiuso da tappi con solo un piccolissimo foro di sfogo.

B) — *Acqua potabile della Città di Milano.*

Il diagramma fig. 10 fornisce i valori della resistività in Ohm-cm dell'acqua potabile di Milano in funzione della temperatura tra 10° e 100° gradi centigradi, essendo la misura effettuata col primo metodo.

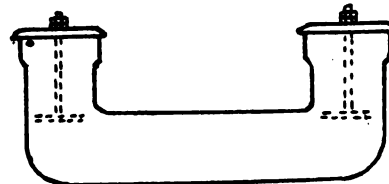
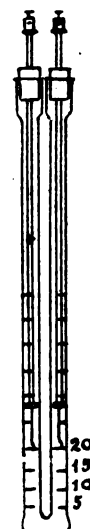



Fig. 7. Fig. 8.

I circoletti vuoti e pieni e le crocette si riferiscono ad esperienze diverse: tutte però, come si vede, concordanti fra loro.

L'acqua sperimentata fra 10° e 100° gradi (riscaldata mediante la corrente stessa di misura) fu lasciata raffreddare e riprovata a diverse riprese senza grande effetto sui risultati.

La fig. 11 si riferisce ancora all'acqua potabile di Milano, a circa un mese di distanza, adottando il secondo metodo di misura. I circoletti vuoti e pieni, le crocette ed i quadratini si riferiscono a prove varie con temperature ascendenti e discendenti. La fig. 12 riassume infine con una curva media tutti i risultati ottenuti sperimentando sull'acqua potabile della Città di Milano.

Questa acqua potabile si presenta dunque quale un elemento praticamente stabile. La sua resistenza specifica oscilla fra 6000 e 1300 Ohm-cm passando da 10° a 100° gradi.

Tali dati valgono, come è naturale, per l'acqua potabile sperimentata. Altre acque potabili, acque sorgive di varia purezza e con differente contenuto in gas, si scosteranno più o meno dal tipo studiato. Il passaggio della corrente (anche alternata) ed il riscaldamento modificano la composizione del liquido; precipitano sali o sviluppano gas, alterando la resistività iniziale.

C) — *Acqua distillata.*

Le acque usate in queste prove furono di due provenienze: quella fornita dal commercio, per accumulatori, e quella distillata nel Laboratorio di Chimica per uso di analisi. Ad esse vennero applicati i dispositivi di misura sopra accennati.

1) — Acqua distillata del Commercio.

Una prima esperienza, eseguita secondo il primo metodo, portando gradatamente l'acqua da 9° a 100° gradi, ha dato la curva 1 figura 13.

Lasciata raffreddare, l'acqua fu di nuovo provata dopo 20 ore, ripetendo le stesse misure fra i medesimi limiti. Ne è risultata la curva 1' con valori di resistenza specifica circa metà dei precedenti. Il punto A fu trovato dopo solo un'ora e mezzo dalla fine della prima esperienza. Esso prende posto in modo preciso nella curva individuata dai punti determinati dopo le accennate 20 ore.

Prelevandola da altra damigiana, si sottopose a sperimento nuova acqua distillata partendo al solito dai 10° gradi per giungere circa ai 100°. Si ebbe la curva 2, un po' inferiore alla 1. Dopo 17 ore si è ripetuta la serie di misure ed i punti sperimentali si disposero secondo il grafico 2'.

Infine, trascorse 4 ore, la stessa acqua fu assoggettata ad una terza prova tra 27°,5 e 62° gradi ottenendo come risultato la curva 2'' di poco differente dalla 2'.

(2) Questo tipo di elettrodinamometro fu costruito nel Laboratorio della Scuola di Elettrotecnica Carlo Erba (Politecnico di Milano) e nelle presenti esperienze ha funzionato come sensibilissimo amperometro a corrente alternata essendo i due avvolgimenti – fisso e mobile – in serie tra loro.

In tutte le prove indicate venne impiegato il primo metodo.

Il punto B fig. 13 rappresenta la resistività (seguendo il secondo metodo) di acqua distillata del commercio prelevata da una damigiana quasi vuota da parecchio tempo giacente in laboratorio e quindi rimasta in contatto coll'aria ambiente. Il punto C fig. 13 si riferisce ad altro campione di acqua distillata del commercio, usando il primo metodo di misura.

2) — Acqua distillata in Laboratorio.

Le esperienze raccolte nei diagrammi fig. 14 furono condotte col secondo metodo.

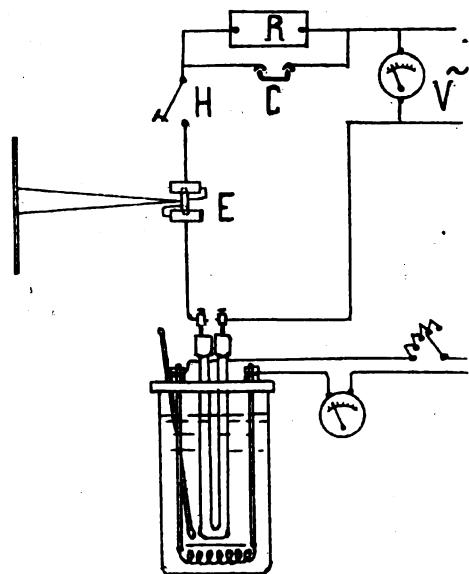



Fig. 9.

L'acqua all'inizio presenta una resistività di 60 000 Ohm-cm a 13°,5 gradi e segue la curva *1* coll'aumentare della temperatura. Subito raffreddata, i punti di esperienza si dispongono secondo la *2*. Riscaldata di nuovo dopo 15 ore, dà la curva *3* e tosto raffreddata, la *4* (crocette). Aumentando la temperatura, lo stesso campione fornisce i punti *5* ed infine i punti *6* passando da 45° a 59° gradi e ritornando a 20°. Le prove 3-4-5-6 ebbero luogo nello spazio di 7 ore.

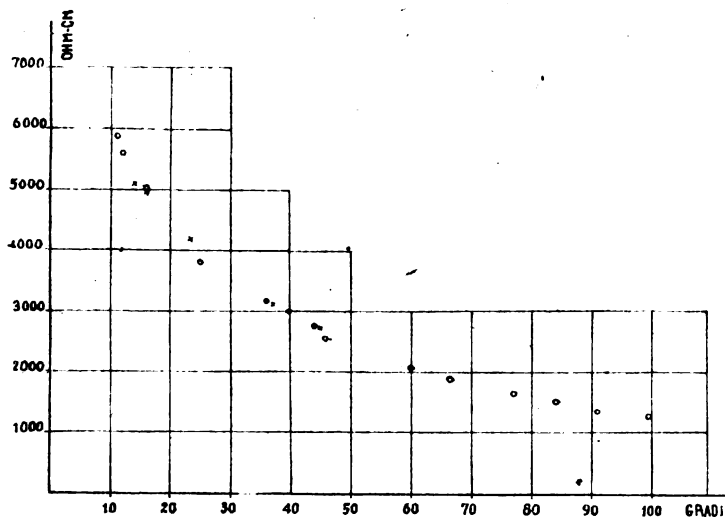



Fig. 10.

In tutte le prove della fig. 14 l'acqua è sempre la stessa.

Osservando le curve fig. 13, 14 si vede che la resistività della stessa acqua distillata mentre durante ciascuna prova varia in funzione della temperatura assunta in modo regolare, muta invece fortemente ad ogni ripresa di regime, con tendenza evidente ad assumere un assetto stabile definitivo analogo a quello presentato dall'acqua potabile sulla quale — come si è visto — le vicende termiche ed elettriche non hanno, almeno dal punto di vista pratico, effetto sensibile.

Comunque i risultati ottenuti segnano un punto di esperienza nel diagramma delle nostre cognizioni.

A campione nuovo la resistività dell'acqua distillata sperimentata (acqua di semplice distillazione) ha variato fra 20 000 e 70 000 Ohm-cm a 10° gradi.

L'acqua distillata è corpo di particolare delicatezza. Intanto è assai difficile ottenerla allo stato di assoluta purezza e più ancora è quasi impossibile mantenerla tale: si pensi infatti che l'aria ed i gas in essa presenti si disciolgono nell'acqua distillata e ne modificano profondamente la resistività.

Secondo Kohlrausch (loc. cit.) l'acqua distillata discioglie perfino il vetro del recipiente, alterando la resistenza del liquido.

Kohlrausch assegna all'acqua assolutamente pura i seguenti valori di resistività: 100 000 000 Ohm-cm a zero gradi: 25 000 000 Ohm-cm a 18° gradi e 5 900 000 Ohm-cm a 50° gradi. Ammette inoltre che piccolissime quantità di acido carbonico ed anche il semplice contatto coll'aria facciano diminuire la resistività a 18° a 1 670 000 Ohm-cm ed a 1 430 000 Ohm-cm [3].

Non deve quindi recare meraviglia se campioni diversi di acqua distillata ordinaria accusino differenze anche notevoli.

I valori della resistività dati da Kohlrausch non sono pertanto applicabili nel campo pratico, dove l'acqua per quanto distillata (acqua di condensazione) non è mai assolutamente pura ed inoltre si trova sempre in contatto con aria, gas, pareti di recipienti, elettrodi, aventi tutti per effetto la diminuzione della sua resistività.

D) — *Applicazioni.*

Coll'aiuto dei risultati accennati è possibile avere almeno per le acque comuni un'idea della resistenza dei reostati liquidi di qualunque tipo essi siano.

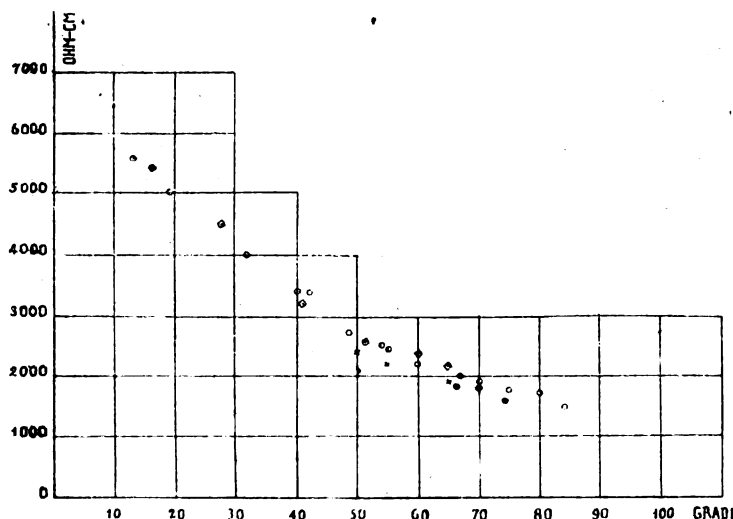



Fig. 11.

I valori della resistività ρ in Ohm-cm forniti dai diagrammi per ciascuna temperatura danno modo di prevedere almeno l'ordine di grandezza della resistenza R (in Ohm) di una colonna d'acqua di sezione costante S (in cm²) e di lunghezza L (in cm)

$$R = \frac{\rho}{S} L$$

I valori di ρ devono sempre essere accompagnati dalla temperatura a cui si riferiscono senza di che sono cifre senza significato.

Qualità	Resistività in ρ in ohm-cm a 10 gradi	a 100 gradi
Acqua potabile della Città di Milano	6000	1300
Acqua distillata ordinaria (prima prova)	20000-70000	—

A titolo di confronto cito l'acqua di mare la quale secondo prove recenti [4] possiede una resistività a 15° gradi intorno a 26,5 Ohm-cm.

Steinmetz [5] assegna all'acqua pura di fiume il valore di circa 10 000 Ohm-cm (non specifica a quale temperatura).

E' poi noto che l'acqua gelata (ghiaccio, neve secca) sono praticamente isolanti.

L'aggiunta di sublimato diminuisce la resistività dell'acqua distillata ma fornisce pur sempre un liquido ancora assai resistente se la percentuale non supera l'1 per mille. Senonchè gli elettrodi di rame sviluppano azioni chimiche le quali alterano la composizione della soluzione e le sue caratteristiche, abbassando ancora la resistività in fortissima misura. Si può usare è vero una percentuale minima di sublimato, minore della accennata, ma resta sempre la reazione chi-

[3] KOHLRAUSCH dà le conduttività: 0,01 . 10^{-6} a zero gradi – 0,04 . 10^{-6} a 18° 0,17 . 10^{-6} a 50°. In presenza di poco acido carbonico o di aria la conduttività diviene a 18° 0,6 . 10^{-6} e 0,7 10^{-6}.

[4] Vedi *L'Elettrotecnica*, 25 maggio 1919.

[5] C. P. STEINMETZ, « Theory and Calculation of Electric Circuits » 1917.

mica dovuta agli elettrodi e la instabilità della soluzione ad ogni passaggio di corrente.

Ho sperimentato anche la soluzione di solfato di rame all'1 per mille: Il liquido che si ottiene è mediocremente stabile e di troppo bassa resistività.

L'impiego di acqua distillata per resistenze di scaricatori, sia pura sia con tenuissime aggiunte di sali è pur sempre malsicuro;

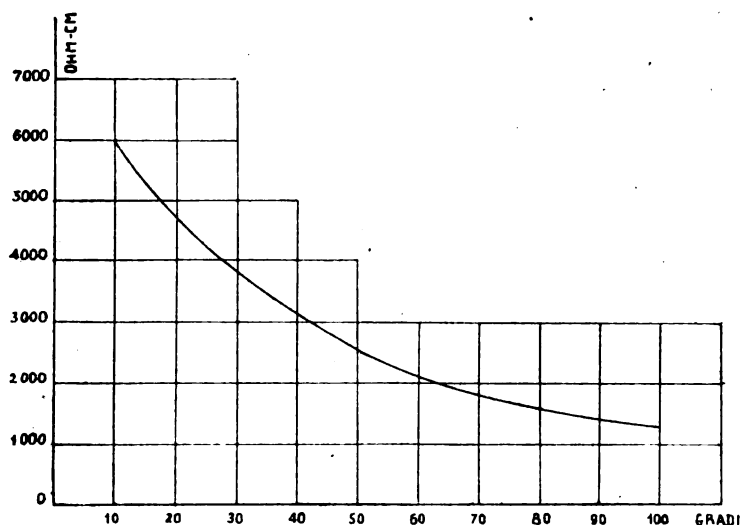



Fig. 12. — Resistività dell'acqua potabile della Città di Milano.

perchè in ogni caso dopo poco tempo e specie in seguito a qualche scarica si riduce ad un liquido assai prossimo all'acqua comune. Il ricambio continuo e sistematico è utile ma spesso impossibile ed in ogni caso assai oneroso. Ai gravi difetti delle resistenze ad acqua si aggiunge quello del gelo temibile in certe installazioni.

Dopo quanto ho esposto si può affermare che la resistenza dei vasi riempiti con acqua dei nostri impianti è quasi sempre una inco-

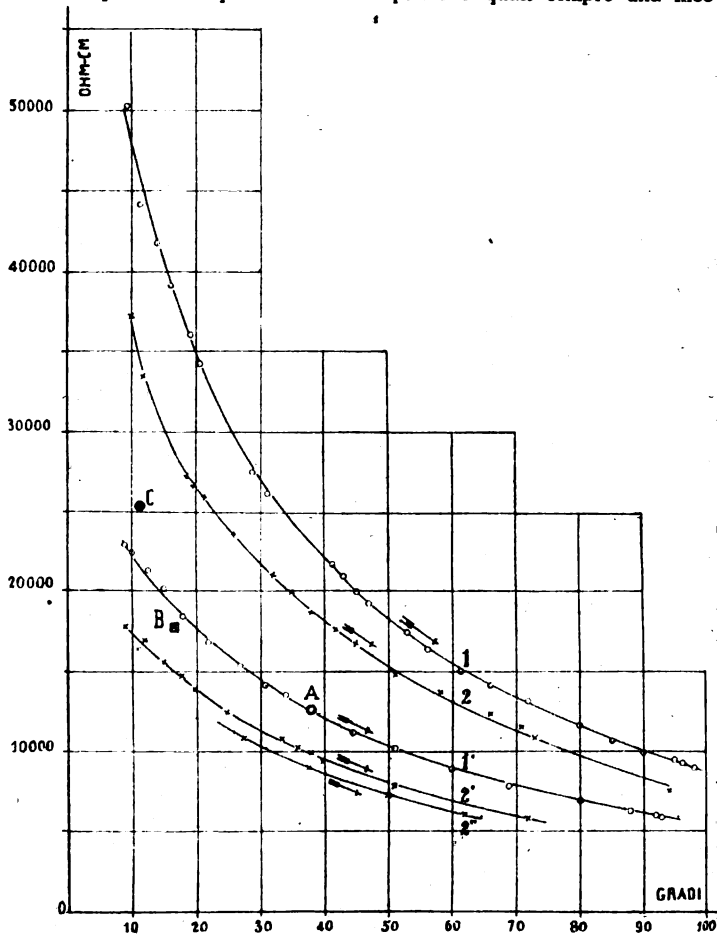



Fig. 13.

gnita. L'acqua potabile, bollita, rappresenta forse un elemento di discreta stabilità.

Miglior comportamento hanno senza dubbio le resistenze ad abbondante corrente di acqua colle quali si evitano quasi tutte le cause di variabilità e di alterazione.

Le resistenze solide (carborundum in parecchi casi e sopratutto le metalliche in olio) sono certo le migliori e sarebbe sempre le preferibili se talora la questione del costo non si opponesse.

7. — CONCLUSIONE.

1) Ho raccolto e precisati i valori delle distanze esplosive, delle resistenze, delle induttanze adottati in Italia nei dispositivi di protezione a spazio esplosivo, indicando gli schemi più usati.

2) Ho segnalato la sostanziale differenza di comportamento delle resistenze in serie sullo stesso circuito di terra secondochè esse vengano sistemate prima o dopo dello spazio esplosivo rispetto al filo di linea. Il fenomeno che merita di essere approfondito consiglia intanto l'uso dei dispositivi 5-6-7-8-9 fig. 1 aventi la resistenza di ciascun polo verso linea anzichè verso terra. In occasione di fenomeni transitori la dissipazione di energia avviene senza dubbio in modo più efficace e tranquillo.

Inoltre — come è noto — le resistenze a linea e gli spazi esplosivi verso terra evitano il corto circuito netto qualora si produca una fiammata tra corni e terra, come non di rado accade.

Naturalmente le resistenze vanno in tal caso isolate per tutta la tensione di servizio il che non è necessario quando esse vengano poste a valle degli spazi esplosivi.

3) Ho mostrato che l'acqua potabile — almeno del tipo sperimentato — (6) è elettricamente stabile presentando all'incirca la stessa

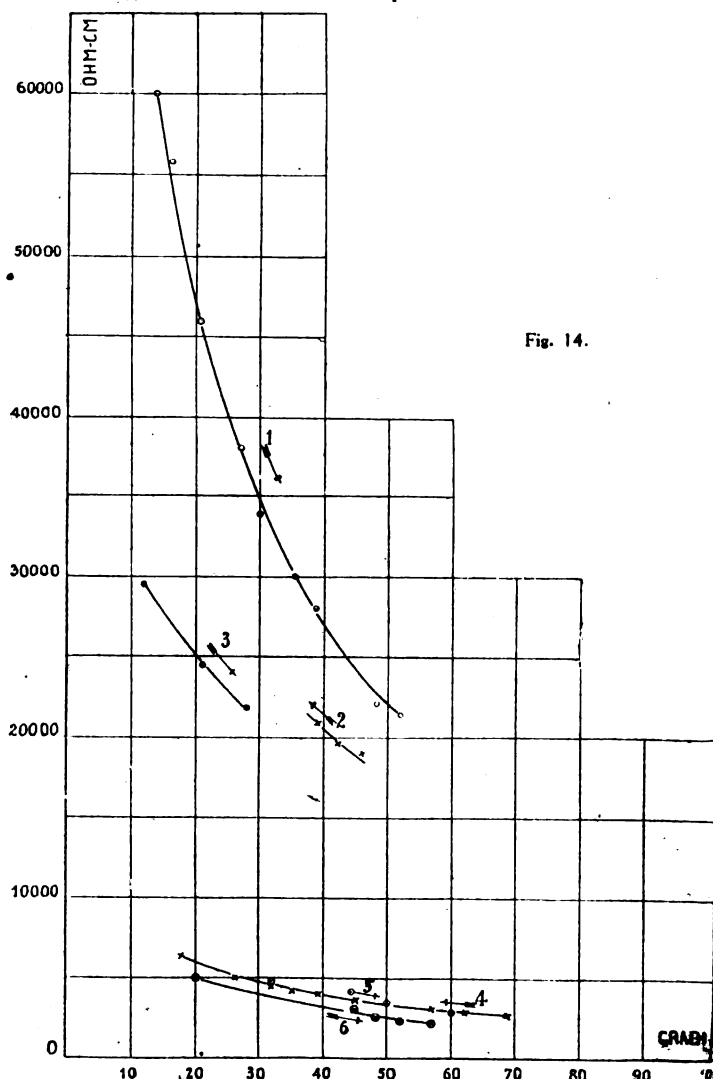



Fig. 14.

resistività quando assume la stessa temperatura; è inoltre poco sensibile alle numerose cause perturbatrici indicate nel corso di questo studio.

L'acqua distillata di uso comune si scosta assai dall'acqua pura assoluta ed accusa variazioni tali di resistività da rendere quasi impossibile ed in ogni modo illusoria la determinazione di valori caratteristici che possano servire ad uso tecnologico.

Si può fissare al più l'ordine di grandezza della resistività per acqua distillata così come proviene dall'ordinaria distillazione purchè non ancora alterata dalle diverse cause perturbatrici. E perciò essa servirà per esperienze e misure richiedenti forti resistenze, sottoposte a correnti piccolissime incapaci di modificare le costanti del liquido. Ma assai male si presta per scaricatori.

Agli effetti pratici infatti si può ritenere che il contatto coll'aria, la polvere, la solubilità dei recipienti, la presenza degli elettrodi, le azioni locali provocate dal passaggio della corrente elettrica, concorrono a far diminuire la resistività dell'acqua distillata portandola a valori non molto diversi di quelli posseduti dall'acqua ordinaria.

(6) L'acqua potabile della Città di Milano è da ritenersi come un ottimo tipo di acqua.

AFFRETTIAMO LA ELETTRIFICAZIONE DELLE NOSTRE FERROVIE

Ing. VINCENZO BRANDI.

Nel num. del 5-15 Ottobre dell'*Elettrotecnica* si apprezza il pregevole scritto dell'Ing. Guido Semenza sulle importanza economica degli impianti fissi nella questione del sistema di elettrificazione delle ferrovie; vi è un chiaro confronto di spese nei due casi tipici, con corrente trifase e con corrente continua ad alta tensione; sono dati preziosi, impostati con la abituale perizia dell'Autore egregio, il quale conclude, in modo inconfutabile, per la sensibile economia nel caso della corrente continua ad alta tensione; il che era prevedibile facilmente da chi non è idolatra, per partito preso, della corrente trifase nella trazione ferroviaria.

Mi consenta l'ing. Semenza di giovarmi di alcuni suoi dati per ritornare sull'idea da me espressa su queste colonne nel num. del 25 Luglio, e cioè sulla convenienza di intensificare la elettrificazione delle nostre ferrovie adottando, in via temporanea anche se per 20 o 25 anni, le centrali di produzione gas-elettriche alimentate da gas ottenuto con la gasificazione completa, con la trazione a corrente continua ad alta tensione, le stazioni di produzione essendo collocate a notevole distanza.

Debbo ancora una risposta alla Spett. Redazione di questa Rivista per quanto da Essa commentato sullo stesso numero presentando le mie note e debbo pure una risposta all'Ing. Belloni per quanto da Lui obbiettato al riguardo su queste colonne nel num. del 15 Agosto; lo farò in modo esauriente fra non molto; per ora ho ferma ragione di non variare sensibilmente le cifre-base che indicai allora.

Adotterò tutti i dati della lodata esposizione dell'Ing. Semenza salvo due, che a mio modesto avviso, paiono troppo prudenziali; quello della distanza fra le sottostazioni rotative (40 km. per la corrente continua ad alta tensione) ed il dato di consumo di corrente alla linea di contatto (30 Wattore per tonn. kilom. virt. rimorchiata). Per il primo dato, si tratta, evidentemente, di sezione della linea di contatto e di perdita di tensione ammessa lungo di essa; per il secondo dato si tratta di previsione qui in Italia, dove non abbiamo ancora dei dati di esercizio corrente per funzionamento a corrente continua ad alta tensione; ma abbiamo, per contro, dei dati precisi, consuntivi, che ci vengono dall'America in modo esauriente e confortante.

Nel fascicolo di Sett. della *General Electric Review* (che prego tutti gli interessati di consultare) si trovano dati interessantissimi di consumo di corrente durante 11 mesi di esercizio, nel 1919, della St. Paul Millwaukee, che, come è noto, funziona da qualche anno con la corrente cont. a 3000 Volt, con delle sottostazioni qualvolta distanti circa 70 km. e con carichi pesantissimi, qualvolta di ben 6 o 7 volte maggiori dei nostri più forti carichi in Italia. Trasformando tali dati di consumo ivi espressi da tonn. inglese - miglio inglese, in tonn. metriche - km. si arriva a consumi medi di energia, ai morsetti dei motori di trazione e quindi alla linea di contatto, di meno di 16 wattore per tonn. km. virt. rimorch. e precisamente di circa 16,6 per i treni viaggiatori e di circa 14,4 per i treni merci, donde una media generale di 15,5 wattore; risultato molto lusinghiero.

E' vero che in America i treni sono pesantissimi e quindi con rapporto, fra peso morto inutilmente trainato e peso utilmente rimorchiato, alquanto diverso dal rapporto analogo in Italia; ma si tratta anche di locomotori pesantissimi; e lo stesso Ing. Semenza con dati molto prudenti lascia prevedere, per i locomotori *italiani* a corrente continua ad alta tensione, un peso molto minore di quello previsto dai pessimisti. Ad ogni modo, sia perchè su linee modernissime italiane a corrente trifase, il consumo di energia è disceso a 25-26 Wh (forse anche per i ricuperi) e sia per le considerazioni svolte, io credo che non sia ottimismo il prevedere 21 *wattore* alle linee di contatto; ciò rappresenta ben il 35% *di aumento* sui 15,5 citati ed è ancora superiore al consumo medio riscontrato in America, con compreso il locomotore (media fra treni viaggiatori e treni merci).

D'altra parte, se prevediamo una tensione di corsa di 3600 Volt piuttosto che di 3000, la distanza interstazionale prevista dall'Ing. Semenza in 40 km. diventa:

$$40 : X : : 21 \times 9 : 30 \times 12{,}96; \text{ donde } X = 82 \text{ km. circa}$$

e se più coraggiosamente ancora ci spingiamo a 3800 Volt (presto vedremo i risultati pratici di un tale esercizio in Italia) l'82 diventa 92, che è poi il 90 da me previsto allora; sempre beninteso a parità di traffico, a parità di sezione del filo di contatto e della perdita ammessa lungo essa, senza per nulla discostarsi dallo stesso criterio largamente prudenziale dell'Autore egregio, il quale ci fornirà altri dati preziosi nel calcolo che segue.

Le stazioni generatrici gas elettriche sostituiscono le sottostazioni rotative; sono distanziate di circa 67 km. permettendo di ridurre alquanto la perdita sulla linea; lungo i 200 km. contemplati ve ne saranno 3 invece delle 5 alla distanza dei 40 km. La potenza complessiva di esse, colà prevista in $5 \times 4 \times 1250 = 25\,000$ kW compresa la riserva, diventa nel caso nostro $25\,000 \times 21/30$ e precisamente circa 17 500 kW, ma con elasticità maggiore perchè le stazioni sono 3 e non 5.

Calcoliamo la spesa probabile di queste stazioni.

Fabbricati. — Non vi è l'entrata di linee ad alta tensione, non vi è il locale per i trasformatori, ma occorre il locale per le motrici a gas. La spesa per ogni stazione si può prevedere in

$$900 \times 400 = \text{Lire } 360\,000.$$

Macchinario elettrico ed attrezzamento. — 4 gruppi

Dinamo a corrente continua 3600 V 1500 kW	L. 1 200 000
Quadri a corrente continua, uscita delle linee ecc.	» 250 000
Accessori e montaggio	» 100 000
Imprevisti, circa il 5%	» 83 000
Totale	L. 1 633 000

Linea di contatto. — Non essendo variata la sezione del filo di contatto, nè variando l'isolamento per il fatto del 3600 invece dei 3000 V, non varia la spesa prevista dall'Ing. Semenza in Lire 30 620 000.

Seguendo sempre la stessa traccia, si trova che il consumo complessivo di energia alla linea di contatto sarà di 1400 milioni moltiplicato per 21 e quindi 29 400 000 kWh, donde una media di carichi massimi di 11 8000 kW, ammettendo la durata media di utilizzazione di 2500 ore; e siccome nelle centrali prevediamo una potenza complessiva di 18 000 kW, così abbiamo una riserva di circa il 50%.

Riferendosi a quanto detto il 25 Luglio su queste colonne, ci si accorge che il rendimento della dinamo a corrente continua è alquanto basso (88%), ma corregge l'eventuale maggior consumo di calorie per kWh prodotto anche in caso di carichi parziali; quindi si può tenere fermo il consumo di 4000 calorie per kWh prodotto, come del resto si è riscontrato nell'esercizio corrente di molti impianti all'Estero.

Il carbon fossile occorrente sarà di:

$29\,400\,000 \times 4000 : 5400 = 22\,800$ tonnellate; diciamo anzi 25 000 *tonn.*; avremo aumentato di circa il 10% ed avremo prevenuto eventuali critiche.

In ogni stazione avremo 4 motrici a gas della potenza di 2400 cavalli effettivi caduna e con un costo complessivo di

$$4 \times 500\,000 = 2\,000\,000 \text{ Lire.}$$

Per la gasificazione si può lavorare tutte le 24 ore, dato che si prevedono apposite capaci campane gasometriche e che si prevedono gasogeni con riserva di ben il 40%. La potenza oraria di gasificazione risulta di

8000 (tonn.) $\times$ 1600 (mc.) $: 24 \times 365 = 1500$ mc. circa e quindi di 2100, con la riserva del 40%. Il costo approssimativo di ogni stazione sarà di circa Lire 700 000.

Le campane gasometriche in ogni stazione avranno la capacità complessiva di 1500×8 (ore) $= 12\,000$ mc. circa ed il costo di esse sarà di circa: $12\,000 \times 120 = 1\,440\,000$ Lire.

La spesa complessiva dell'intero impianto fisso di produzione e della linea di contatto si può stabilire così:

Fabbricati	3 × 360 000	L. 1 080 000
Dinamo, quadri, montaggio, ecc.	3 × 1 633 000	» 4 900 000
Motrici a gas	3 × 2 000 000	» 6 000 000
Gasogeni, depuratori, ecc.	3 × 700 000	» 2 100 000
Campane gasometriche	3 × 1 440 000	» 4 320 000
Diversi ed imprevisti (5%)		» 980 000
Linea di contatto		» 30 620 000
Totale Generale		L. 50 000 000

per i 200 km. a doppio binario.

Questa cifra va paragonata con quelle previste dall'Ing. Semenza nei due casi, della corrente trifase e della corrente continua ad alta tensione: 84 e 55 milioni; ma con la enorme differenza che, nel caso nostro, vi si comprende anche l'impianto di produzione dell'energia, mentre questo è escluso negli altri due casi.

Ricordo che la mia proposta è per elettrificazione temporanea, vale a dire in attesa della *grande elettrificazione* con energia idro-elettrica, là ove questa, per qualsiasi ragione, si dovrà fare attendere parecchi anni; e di questi casi ve ne sono moltissimi in Italia, specialmente al centro e nel mezzogiorno.

Se per il caso che stiamo studiando dei 200 km. a doppio binario e con traffico di media intensità (1400 milioni di tonn. km. virt. rimorch.) non si disponesse di energia idro-elettrica già pronta, occorrerebbe crearla appositamente; quanto si spenderebbe per l'impianto di produzione? Non è facile il dirlo, oggi, con le incertezze presenti. Tuttavia possiamo azzardare qualche ipotesi attendibile:

Dobbiamo fornire 29 400 000 kWh alla linea di contatto (limitandosi ai 21 kWh anche per il trifase, il che è inamissibile); dobbiamo disporre di potenza di 11 800 kW sulla stessa linea di contatto; tenendo conto dei rendimenti indicati dall'Ing. Semenza, si dovrebbero avere in centrale idro-elettrica le potenze rispettive di 11 800 : 0.70 $\times$ 17 000 circa e 11 800 : 0,75 = 15 800 nei due casi citati. Non credo sia esagerato il prevedere un costo di circa 4750 Lire per kW di potenza installata in centrale idro-elettrica, compresa anche la linea ad alta tensione; ed occorre che questa non sia troppo lunga, altrimenti il costo cresce di parecchio; ne consegue che l'impianto di produzione costerebbe rispettivamente nei due casi; circa *milioni* 80 e 75.

Ecco il vero punto debole; ecco la vera ragione del ritardo nella *grande elettrificazione* in quelle regioni ove, quantunque si possa disporre di energia idraulica allo stato potenziale, occorre portarla allo stato efficiente; e ciò si dovrebbe fare quando nessuna preparazione industriale è predisposta e così sarà per parecchi anni ancora, quando cioè non vi è la conveniente utilizzazione della grande quantità di energia che potesse rendersi disponibile dopo servita la trazione ferroviaria con orario di utilizzazione così limitato e così poco uniforme. Giacchè è qui il perno della questione; le condizioni cui soddisfare sono parecchie: possibilità di produrre energia idroelettrica in condizioni non troppo onerose; disponibilità degli ingenti mezzi finanziari necessari; possibilità di collocare l'energia elettrica residuale; mancanza di impiego della stessa energia in modo più conveniente che non sia la trazione ferroviaria, circostanza quest'ultima che trascurano la maggior parte dei ragionatori nella vessata questione; ed infine, disponibilità degli ingenti e svariati macchinari e materiali che occorrono per eseguire gli impianti idro-elettrici, le linee ad alta tensione e le stazioni di riduzione e di trasformazione, materiali e macchinari che forse possono più utilmente essere impiegati altrove, dove il kWh creato *rende* tecnicamente ed industrialmente di più che non nella trazione ferroviaria a traffico non intensissimo.

Conviene ora esaminare la eventuale spesa di esercizio nel caso delle centrali gas-elettriche con trazione a corrente continua ed alta tensione.

Carbon fossile	tonn. 25 000 $\times$ 400	L.	10 000 000
Gasificazione, manutenzione, condotta delle motrici a gas, purificazione	25 000 $\times$ 100	»	2 500 000
Conduzione della parte elettrificata nelle stazioni		»	400 000
Ammortamento impianto completo; in 20 anni al tasso del 6%; 2,70% su 50 milioni		»	1 350 000
Interessi del 7% su 50 milioni		»	3 500 000
Diversi ed imprevisti		»	250 000
Totale spesa di esercizio		L.	18 000 000

Quando si dovesse creare *a nuovo* l'energia idro-elettrica, la spesa complessiva nei due casi citati sarebbe di circa 80 + 84 = 164 e 75 + 55 = 130 milioni. Calcolando in circa il 14% il gravame annuo per interessi, ammortamenti, manutenzione e conduzione della centrale, delle linee ad alta tensione, delle sottostazioni, ecc. si arriva a spesa annua di almeno 23 e 18 milioni rispettivamente nei due casi; il calcolo è un po' semplicista, ma basta per determinare l'ordine di grandezza e per dimostrare che la soluzione che ho proposto è ben conveniente, *in attesa di meglio*. Si spende enormemente meno come impianto, si spende non di più come esercizio, anche se il carbone vale più di 400 lire, visto che in tal caso costerebbero anche di più gli impianti di produzione; ho parlato di 20 anni per ammortizzare il tutto ed è il minimo che si dovrà attendere anche nelle migliori condizioni, in certe regioni e per linee di una certa importanza.

Altro cenno comparativo ancora, quello con l'attuale costo della trazione a vapore:

per 1400 milioni di tonn. kilom. virt. rimorch. occorrono circa 1400 $\times$ 55 tonn. = 77 000 tonn. di buon carbon fossile con una spesa di 77 000 $\times$ 400 = 30 800 000 Lire; vi si aggiungano le spese accessorie, acqua, ecc. in circa 2 $\times$ 200 $\times$ 12 000 = 4 800 000 e si arriva vicino a Lire 35 500 000 quale spesa complessiva della trazione a vapore.

Ciò vuol dire: Economia quantitativa di circa 55 000 tonn. su 77 000 e economia in denaro di 16 500 000 Lire, in un anno.

Questo vantaggio cospicuo non può essere disconosciuto e contestato nella sua sostanziale entità; coefficiente più o meno, consumo alquanto maggiore, rendimento alquanto minore, possono far variare leggermente le cifre, ma non possono infirmare il risultato nella sua essenza.

Parrebbe (almeno lo spero) dimostrato che con la trazione elettrica a corrente continua ad alta tensione, con stazioni di produzione distanziate di circa 70 km. ed anche più, con energia prodotta da gas ottenuto con la gasificazione completa, si realizza vistosa economia rispetto alla trazione a vapore, non si spende di più che con la trazione ad energia idro-elettrica, quando questa debba prodursi o meglio essere creata appositamente; ma si ha il grande vantaggio di rimandare ad epoca migliore la grande spesa per la creazione delle centrali idro-elettriche, delle linee, ecc.; e se si dispone dei capitali nonchè dei materiali e macchinari che queste centrali e linee richiedono in misura ingente, si veda se, almeno per ora ed in quelle località, non vi sieno impieghi più opportuni di tale energia di quello che non sia la trazione ferroviaria.

Oltre a ciò, con la soluzione che ho proposto, si godono tutti i vantaggi della trazione elettrica con filo di contatto in genere; si prepara il terreno per la grande elettrificazione quando questa avrà tutti gli elementi di preparazione e di successo; alla fine dei 20 anni previsti per l'ammortamento completo ci si trova padroni di impianto cospicuo, ma con valore zero in bilancio, pur essendo ancora servibile per la massima parte. Dopo 20 anni, forse solo le motrici a gas, gli impianti di gasificazione varranno circa la metà, ma le altre parti varranno ben di più o per meglio dire potranno essere utilizzate per parecchi anni ancora nella grande elettrificazione quando verrà; avremo ammortizzato fino a zero il valore di 50 milioni, ma ritroveremo materiali e macchinari con valore industriale (in esercizio corrente) molto ingente; è inutile azzardare delle cifre.

Ma quello che più preme, il risultato più significativo sarebbe: Importare molto meno carbone dall'Estero; subito, senza attendere i 20 e più anni, con grande vantaggio della economia generale della nazione. Non voglio ripetermi e mi riferisco a quanto già detto su queste colonne a tale proposito; siccome però certe verità bisogna dirle ripetutamente perchè si facciano strada negli ambienti competenti, così è probablie che io ritorni presto su tale argomento, sopratutto perchè dovrò spiegare di massima quale potrebbe essere la soluzione finanziaria per procurarsi i capitali necessari per elettrificare subito almeno un discreto tronco ferroviario a traffico mediamente intenso; forse nel mezzogiorno, ove certamente, presto o tardi, finirà per imporsi la corrente continua ad alta tensione, perchè la luce verrà fuori in epoca non remota; ed almeno un esperimento sarebbe opportuno là ove non è il caso di parlare di probabili impianti idro-elettrici, giacchè quella pochissima energia che si potesse ricavare a condizioni molto onerose sarebbe addirittura proibitiva per la trazione elettrica.

Quando col carbone a 400 Lire (qual lieto augurio) si può per soli 200 km. sperare in economia annua (rispetto alla trazione a vapore) di almeno 15 o 16 milioni; non credo sia difficile trovare i 50 milioni per l'impianto, e non credo sia difficile trovare equa soluzione finanziaria; e forse si troverebbero anche i quattrini per i locomotori, i quali del resto non gravano di più di quanto gravano le locomotive a vapore, delle quali occorre pure rifornirsi abbondantemente e presto, dato lo stato più che precario e manchevole della dotazione attuale di esse locomotive. Beninteso che per ottenere tutto ciò occorre larghezza di vedute, tenacia di propositi e fede animata da coraggio; bando ai preconcetti, come ai meccanismi burocratici. Tutto ciò non deve mancare; si tratta di *importare meno*, non sacrificando l'effetto utile. Mi consentano i cortesi lettori di insistere su questo punto; tutti dicono che bisogna importare meno, ma pochissimi fra i responsabili attuano gli espedienti per raggiungere lo scopo.

Se non si voglion installare delle centrali a gas, si installino quelle ad oli pesanti, soluzione buona, ma meno conveniente per l'elevatissimo costo del combustibile; difatti, se le 4000 calorie (consumo per kWh) del fossile a 400 Lire costano circa 30 centesimi, le 3300 calorie degli oli pesanti costerebbero circa 60 centesimi, e si fa presto a giustificare queste cifre; vero è che non vi sarebbe la spesa di impianto e di esercizio della gasificazione, ma il conguaglio non sussiste; alla peggio si installino delle centrali con turbine a vapore, soluzione pur buona, ma ancor meno conveniente di quella citata sopra; la spesa di impianto non è minore (turbine e caldaie) ed il consumo di fossile è sensibilmente maggiore. Ma, comunque, non si continui a sprecare il carbone sulle locomotive a vapore in quelle regioni ove l'energia idro-elettrica si farà molto attendere, e forse per alcune diecina di anni, e ove sarebbe veramente illogico il crearla ora, quando tanto si stenta a crearla in regioni più adatte allo scopo sotto ogni punto di vista; consumando carbone sulle locomotive a vapore, vanno perduti alcuni prodotti o sottoprodotti che invece si ricuperano con la gasificazione, e di essi non ho tenuto conto nel calcolo. Tutti quelli che sono al corrente delle questioni idro-elettriche pratiche e non teoriche sanno benissimo che la maggior parte degli impianti esistenti sono saturi; occorre crearne dei nuovi ed è un bene che ciò avvenga; ma tutto ciò costa caro, e quindi il prodotto deve essere venduto caro; la sua destinazione deve essere (mi si consenta l'espressione) più nobile; la trazione ferroviaria deve contentarsi di energia di minor costo, e quindi non può essere che quella disponibile dopo aver soddisfatto altre esigenze industriali, e di essa non vi è dovizia.

Milano, Dicembre 1920.

:: SUNTI E SOMMARI ::

MAGNETOFISICA.

T. SPOONER — **Perdite nel ferro per magnetizzazione ad alta frequenza.** (Journ. of. Am. Inst. El. Eng., settembre 1920, vol. XXXIX, n. 9, pag. 809).

Dato il grande sviluppo della radiotelegrafia, e il crescente impiego dei generatori elettromeccanici per la produzione delle onde elettromagnetiche, si rende sempre più necessario conoscere il comportamento con le alte frequenze dei vari materiali impiegati nella loro costruzione. Di qui la ragione del presente studio sulle perdite nel ferro, relativo ad esperienze eseguite su campioni di acciaio al silicio, sotto forma di lamiere da 0,127 mm e per frequenze da 5000 a 50000.

L'A. fa uso di un metodo a doppio calorimetro, con un particolare dispositivo per misurare l'induzione nel ferro e la corrente eccitatrice. Per la produzione della corrente ad alta frequenza l'A. usa un generatore ad arco in atmosfera di vapore di mercurio e con elettrodi di tungsteno ideato dal Dr. Rentschler della Compagnia Westinghouse. Il generatore G (fig. 1) di corrente continua a 500 volt, alimenta, attraverso una resistenza a lampade e un amperometro A_1, l'oscillatore O.

L'arco è collegato ad un circuito oscillante, comprendente una capacità C_1 e un'induttanza variabile L_1; su questa induttanza è derivato, mediante un contatto mobile, un secondo circuito sintonizzato col primo, e comprendente una capacità variabile C_2, un'induttanza L_2, un amperometro termico A_2 e l'avvolgimento primario fatto sul campione di ferro da sperimentare D_1.

Questo secondo circuito è stato introdotto per eliminare le armoniche, che possono essere prodotte dall'oscillatore. Con questo secondo circuito è accoppiato induttivamente un ondametro W. Il campione da sperimentare consiste in un anello di acciaio al silicio del peso di 24 gr, e del diametro esterno di mm 44,5 e interno di mm 31,8, ha un rivestimento isolante fatto con nastro di tela, e porta due avvolgimenti, uno primario di 60 spire, e uno secondario di 10 spire. Un voltmetro elettrostatico V_2, a sensibilità regolabile, può essere collegato mediante i commutatori S_1 S_2 col secondario del campione (¹), o con un circuito di taratura comprendente una batteria B, una resistenza R e un voltmetro V_3. Un secondo campione di acciaio D_2, identico al primo, porta un avvolgimento scaldatore che, mediante il commutatore S_1, può essere collegato alla batteria B.

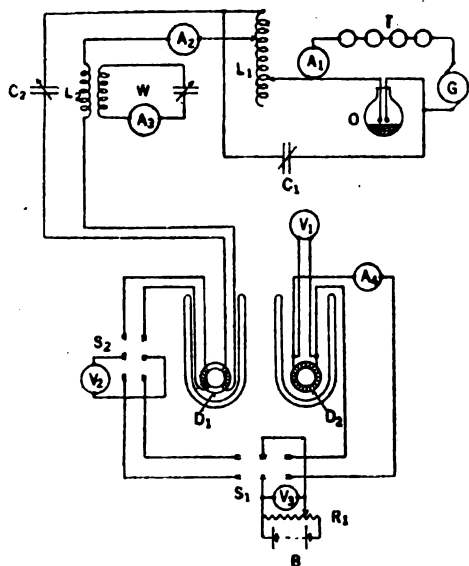



Fig. 1.

Si hanno così due campioni, in uno dei quali l'aumento di temperatura è prodotto dall'isteresi e dalle correnti parassite, e nell'altro dall'effetto Joule I^2R dell'avvolgimento. Questa quantità I^2R può essere misurata mediante un voltmetro V_3 e l'amperometro A_4. Quando la temperatura sia eguale per i due campioni, la potenza I^2R darà direttamente, in watt, le perdite cercate.

Per verificare l'uguaglianza delle temperature, ogni campione è contenuto in un calorimetro, costituito da un vaso Dewar provvisto di agitatore e riempito per due terzi di petrolio cherosene. La determinazione delle temperature è effettuata mediante cinque paia di coppie termoeletriche, con connessione differenziale a un galvanometro D'Arsonval.

(¹) In queste condizioni, costituendo il voltometro un carico di capacità, può verificarsi ad alta frequenza un sopraelevamento di tensione che fa calcolare valori di B superiori al vero. (*N. d. R.*)

Per eseguire le misure si sintonizza, con l'ondametro, il circuito dell'arco per la frequenza voluta, e si sposta quindi il contatto scorrevole su L_1, fino a leggere sul volmetro V_2 il valore che corrisponde alla voluta induzione nel campione d'acciaio. Dopo fatte queste regolazioni, si mette in funzione l'oscillatore, immergendo gli elettrodi entro il mercurio, e quindi allontanandoli lentamente da esso. Per variare l'induzione si può spostare il contatto scorrevole su L_1, ma ciò porterebbe una variazione della frequenza; si preferisce quindi variare la tensione, e quindi l'induzione, avvicinando o allontanando gli elettrodi al mercurio; si è così potuto ottenere considerevoli variazioni della tensione senza alterare sensibilmente la frequenza.

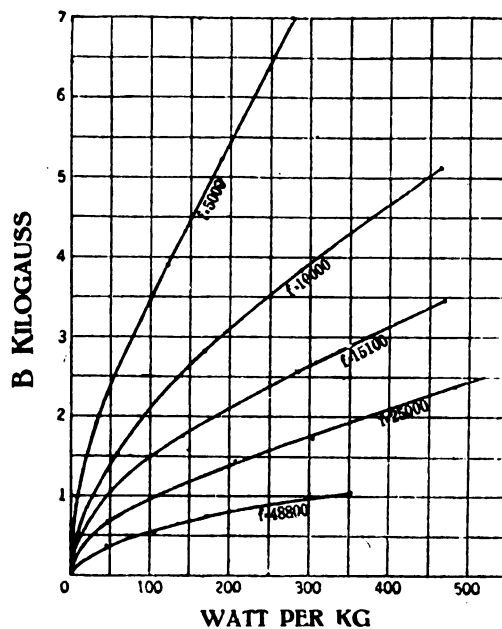



Fig. 2.

Durante ogni serie di misura la corrente attraverso l'avvolgimento scaldatore viene regolata in modo da ottenere l'uguaglianza delle temperature nei due calorimetri. L'amperometro termico A_2 dà i valori della corrente eccitatrice. L'induzione si ricava dalla formula

$$B = \frac{E \cdot 10^8}{4,44 \, f \, A \, N}$$

dove E è la tensione, f la frequenza, A la sezione trasversale del campione in cm² e N il numero di spire dell'avvolgimento secondario su D_1.

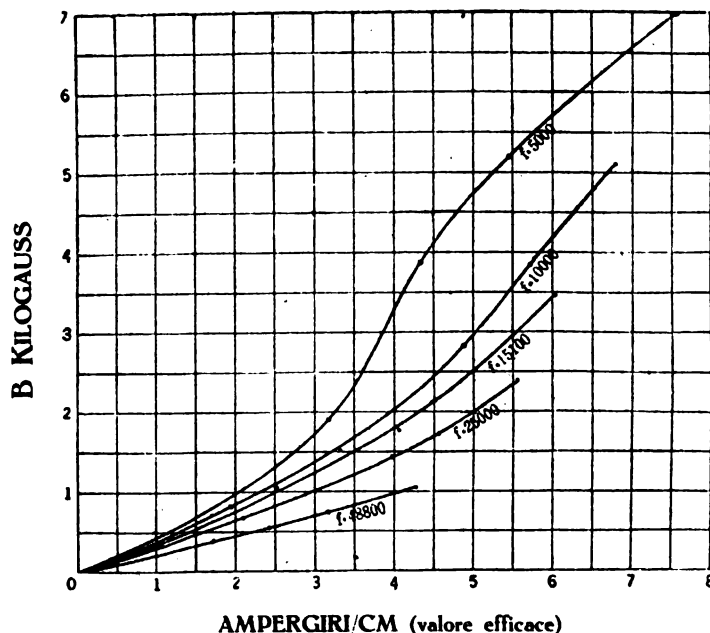



Fig. 3.

Per eliminare ogni errore, dovuto alle possibili differenze fra i due calorimetri, i campioni vengono cambiati fra loro per ogni valore dell'induzione.

Per determinare inoltre le perdite nell'avvolgimento primario del campione, si è fatto su un anello di fibra, delle stesse dimensioni del campione d'acciaio, un avvolgimento uguale a quello primario di D_1. Ponendo questo anello entro uno dei calorimetri, e lasciando l'altro

vuoto, si è verificato che con una corrente di 2 ampere a 25000 periodi non si è avuto alcun riscaldamento apprezzabile.

In aggiunta agli esperimenti a corrente alternata si sono determinate le perdite per isteresi col metodo balistico.

Fig. 4.

Alcuni diagrammi riportati dall'A. mostrano i risultati ottenuti: La fig. 2 rappresenta la relazione fra l'induzione media e le perdite totali in watt per kg. Le induzioni sono riferite alla sezione netta del campione. La fig. 3 dà la relazione fra induzione e ampere-spire per cm. della corrente eccitatrice. La fig. 4, la relazione fra induzione e perdite per isteresi in watt per periodo e per kg rilevata dai cicli misurati balisticamente; questa figura dà anche le curve di magnetiz-

Fig. 5.

zazione e permeabilità del materiale in esame ([2]). La fig. 5 la relazione fra i watt per periodo e per kg. e la frequenza; i punti corrispondenti alla frequenza 0 furono determinati col metodo balistico. Da questa figura appare come la curva che rappresenta la suddetta relazione non è una retta, quando i valori dell'induzione sono elevati, al contrario di quello che avviene per le basse frequenze, ma invece ha una convessità verso l'alto, ciò che è certamente dovuto allo skin effect magnetico.

La fig. 6 mostra separatamente le perdite per isteresi e per correnti parassite in funzione dell'induzione. La separazione fu fatta ammettendo costanti le perdite per isteresi ed eguali a quelle determinate col metodo balistico.

Naturalmente si deve tener presente, che a causa dello skin effect si ha un flusso non uniforme, e quindi le perdite per isteresi sono molto più grandi di quelle che si avrebbero con un flusso uniforme, così che la separazione fra perdite per isteresi e perdite per correnti parassite, sulla base delle misure balistiche, è arbitraria. Questo effetto potrebbe anche calcolarsi con la formula dello Steinmetz per lo skin effect; ma l'A. ha ritenuto non necessario far ciò, data la modesta approssimazione dei presenti risultati, e la incertezza sui valori della permeabilità.

Riguardo alla precisione l'A. dice che si può ritenere che questi risultati abbiano un'approssimazione del 5%, e cita fra le cause principali d'errore: le variazioni di tensione a causa delle frequenti regolazioni e della non assoluta uniformità della c. c. di alimentazione fornita all'arco da una dinamo; le variazioni di temperatura dei calorimetri, ciò che porta naturalmente una diminuzione nelle perdite per correnti parassite, per effetto dell'aumentata resistenza del materiale: il fatto che, benchè la corrente eccitatrice fosse sinoidale, altrettanto non poteva dirsi per la tensione, a causa delle variazioni di permea-

Fig. 6.

bilità del campione d'acciaio, che danno luogo ad armoniche, laddove nella formula adottata per calcolare B si ammette che la tensione sia sinoidale.

L'A. conclude dicendo di aver mostrato un nuovo metodo per la determinazione delle perdite nel ferro con le alte frequenze, metodo che ha dato risultati soddisfacenti per le frequenze esperimentate e che può, con leggere modificazioni, essere usato anche per una frequenza di 1 000 000. Inoltre ha fatto un'approssimata separazione fra le perdite per isteresi e quelle per correnti parassite, mostrando anche l'azione dello skin effect su queste perdite ([3]).

C. Mt.

* *

MATERIALI.

E. ROSENTHAL e F. SINGER. — **Le proprietà meccaniche della porcellana e i metodi esatti di prova per la loro determinazione.** (E. T. Z. 9-9-20, n. 36, pag. 705).

Per tutti gli oggetti di porcellana impiegati nell'elettrotecnica, le proprietà meccaniche della porcellana sono della massima importanza. Negli isolatori la resistenza della porcellana alla pressione, alla trazione e alla flessione hanno la stessa importanza della rigidità dielettrica ad alta tensione, poichè la maggior parte dei difetti che si riscontrano in questo campo dipendono da difetti meccanici e non elettrici.

Come è noto, la porcellana si ottiene riscaldando opportunamente un miscuglio di caolino, quarzo e feldspato, e le sue proprietà variano col variare delle percentuali dei varii componenti. Tali percentuali variano praticamente fra i limiti seguenti:

	Per porcellana dura	Per porcellana tenera
Argilla	42 ÷ 66 %	25 ÷ 35 %
Feldspato	17 ÷ 37 »	20 ÷ 35 »
Quarzo	12 ÷ 30 »	41 ÷ 45 »

Occorre quindi per le varie applicazioni scegliere ed impiegare le composizioni più adatte. Una proprietà necessaria per tutte le applicazioni della porcellana è l'omogeneità e l'assenza di tensioni interne nella massa e nella verniciatura. Una delle più interessanti proprietà

([2]) Non risulta che l'A. abbia tenuto conto dello strato superficiale di ossido che ricopre le lamiere ed il cui spessore non è trascurabile, quando si tratta di lamierini molto sottili. *(N. d. R.)*

([3]) Il presente studio non sembra troppo « up to date » specialmente in confronto con lavori analoghi comparsi negli ultimi anni nella letteratura elettrotecnica tedesca. Lo spessore relativamente elevato del lamierino e i valori molto bassi di *B*, specialmente alle alte frequenze rendono assai modesto il pregio dei risultati riportati. *(N. d. R.)*

della porcellana è inoltre la resistenza alle variazioni di temperatura, la quale dipende non solo dalla forma e dal modo di fabbricazione, ma anche dalla composizione e dal sistema di verniciatura.

Le speciali difficoltà presentate dalle prove sui varii tipi di porcellana, dipendono anzitutto dalla preparazione dei provini occorrenti. Come è noto, la massa ceramica durante l'essiccamento e la cottura si contrae dal 15 al 20 % circa; per effetto di ciò si producono non solo piccole deformazioni e differenze rispetto alla forma prestabilita, ma anche delle tensioni interne che influiscono notevolmente sulle proprietà del materiale. Per ciò nel confronto fra le varie qualità di porcellana è interessante non solo il valore medio assoluto di un coefficiente di resistenza, ma anche l'uniformità dei dati fondamentali da cui esso deriva, e dai quali risulta la sicurezza della produzione in serie di un determinato articolo.

La determinazione delle resistenze alla compressione per carichi crescenti senza urti richiede l'esattezza matematica dei provini, i quali devono essere tagliati e molati da pezzi di porcellana privi di tensioni interne, coi metodi della meccanica di precisione usata per l'ottica. La minima divergenza della forma cubica generalmente impiegata dà luogo, con pressione gradatamente crescente, alla graduale scheggiatura dei singoli spigoli, la quale diminuisce la sezione totale primitivamente misurata, annullando l'esattezza della misura iniziata. Per tal ragione, si è cercato di interporre fra la porcellana e la pressa idraulica delle guarnizioni elastiche di metallo, le quali, pur escludendo dei risultati assoluti, danno dei valori di confronto regolari e attendibili, che sono quelli realmente importanti. Si ottiene così che la resistenza alla compressione della porcellana è in media da 4000 a 5000 kg per cmq. Allo stato attuale di questi metodi di prova la determinazione della semplice resistenza alla compressione non fornisce nessun dato speciale per il giudizio sulle differenze caratteristiche fra le varie qualità di porcellana.

Difficoltà ancora maggiori presenta la misura esatta della resistenza alla trazione semplice, perchè in questo caso è quasi impossibile evitare sollecitazioni secondarie. Perciò il valore finora determinato di 261 kg per cmq rappresenta soltanto un valore approssimativo senza alcuna pretesa di esattezza; si può ritenere che i valori spesso pubblicati, da sei ad otto volte più elevati, non corrispondono alla realtà.

Un'esattezza notevolmente maggiore si può raggiungere nella misura della resistenza alla flessione, la quale si può ritenere di:

	540 ÷ 590 kg per cmq	per la porcellana per elettrotecnica
circa	640 » »	» » da vasellame
»	410 » »	» » da laboratorio

La resistenza della porcellana alla torsione, che si può determinare con relativa facilità con provini esattamente molati, non è stata finora oggetto di numerose determinazioni. Una misura effettuata su una qualità di prova e con sezione quadrata ha dato una resistenza alla torsione di 430 kg per cmq (in confronto con 2228 kg per cmq per il ferro e con 35,7 kg per cmq per il cemento). La velocità di propagazione del suono nella porcellana varia col modulo di elasticità, dal quale dipende, ed è tanto maggiore quanto migliore è la porcellana. Da accurate misure fatte si sono avuti i seguenti risultati:

Buona porcellana per isolatori	5,630 m al secondo
» » da laboratorio	5,930 » » »
Porcellana di qualità scadente	3,600 » » »

La resistenza della porcellana alla compressione per percussione, è stata accuratamente determinata, e le misure hanno dato valori concordanti, indipendentemente dalla presenza della superficie di cottura o dalla loro asportazione, il che dimostra che le tensioni superficiali non influiscono su questa resistenza. Dalle misure sono risultati i seguenti valori del lavoro specifico di percussione in kg-cm per centimetro cubo:

Porcellana per isolatori	98 ÷ 105
» » vasellame	112
» da laboratorio	117

La determinazione della resistenza alla flessione per percussione ha dato i seguenti valori del lavoro specifico di percussione, in kg-cm per centimetro quadrato:

Porcellana per isolatori	0,90 ÷ 0,95
» » vasellame	1,36
» da laboratorio	1,23

La prova di durezza della porcellana, a causa della sua fragilità, non si può fare coi metodi a impronta e a percussione. Essa si fa invece determinando la sua resistenza a un getto di sabbia asciutta alla pressione di 3 atmosfere per 2 minuti. La prova si fa generalmente su una superficie circolare di 6 cm. di diametro. Con porcellana per isolatori risulta una perdita di materiale di 2,4 ÷ 3,3 cmc.

E. C.

* *

MISURE: METODI ED ISTRUMENTI.

Determinazione delle perdite nei turbogeneratori. (Rev. B. B. C., vol. VII, n. 3, marzo 1920, pag. 63).

Il metodo descritto è applicato fin dal 1907 dalla Società Brown Boveri & C. per la misura delle perdite nei turbogeneratori, e può essere applicato anche a tutte le macchine elettriche fornite di ventilazione forzata.

Questo metodo si basa sul fatto, che ogni perdita che si verifica nella macchina comporta un aumento della temperatura dell'aria di ventilazione, e questo aumento si può prendere come misura della perdita, se si ammette che tutto il calore sviluppato dalla macchina sia portato via dall'aria stessa. Ciò non è completamente esatto, poichè una parte di calore si trasmette direttamente per irradiazione e conduzione, ma questa parte può essere, in determinati casi, tanto piccola da diventare trascurabile rispetto alla totalità del calore sviluppato.

Per determinare il valore dell'energia perduta sotto forma di calore, bisogna misurare l'aumento di temperatura che subisce l'aria passando attraverso la macchina, e la quantità d'aria necessaria alla ventilazione. La prima misura viene effettuata mediante termometri di precisione, oppure per mezzo di numerose coppie termoelettriche poste all'entrata e all'uscita dell'aria, e riunite a due a due con connessione differenziale, in modo da poter avere l'aumento di temperatura con una sola lettura.

La misura della quantità d'aria può essere fatta all'entrata o all'uscita, a seconda della sistemazione delle condotte d'aria. Quando trattasi di macchine in servizio, ciò può farsi mediante un anemometro posto all'estremità del canale di uscita, che ha ordinariamente sezione

Fig. 1.

costante e lunghezza sufficiente da permettere all'aria di uscire con movimento uniforme e senza vortici. Quando si tratta invece di macchine sistemate provvisoriamente in locali di prova, la misura con l'anemometro non è più sufficiente, sia per la poca esattezza di questo strumento, sia perchè non potendo in questo caso disporre di canali sufficientemente lunghi, le velocità dell'aria assume un andamento troppo irregolare per poter ottenere, con poche misure, un valore sufficientemente esatto di essa.

La Società Brown Boveri ricorre perciò a un particolare sistema di bocche d'efflusso, come quelle riprodotte in fig. 1 a destra. Determinando la pressione dell'aria a monte della sezione d'efflusso, mediante un tubo di Pitot, si può dedurre facilmente la velocità dell'aria.

Queste bocche, di diverso diametro, vengono fissate all'estremità di un tubo lungo 2 o 3 m, montato all'uscita dell'aria dalla generatrice, e che ha lo scopo di provvedere a regolare l'efflusso dell'aria. L'uso di tali bocche di misura produce naturalmente una diminuzione di portata del tubo, che non ha però importanza nella determinazione delle perdite nel ferro e nel rame, ma che ha invece influenza per la determinazione delle perdite di ventilazione. Necessita quindi considerare questa diminuzione della portata, ciò che può farsi nel seguente modo: con la generatrice non eccitata, si rileva un diagramma pressione-portata, come si farebbe per un ventilatore, portando come ordinata la pressione all'interno della carcassa dello statore, misurata con un manometro ad acqua, e come ascissa la quantità d'aria che defluisce in un secondo. Curve di questo genere sono riprodotte nella fig. 2 e si

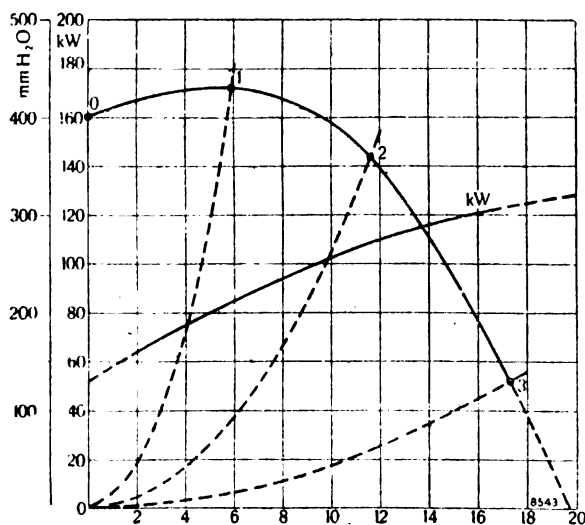



Fig. 2.

riferiscono ad un turbogeneratore trifase da 12500 kVA a 3000 giri. Le ascisse sono espresse in m³/sec. La curva per una data bocca di efflusso, e per velocità crescente, è del tipo delle linee a tratti; la condizione di regime è rappresentata dai punti come 1, 2, 3. Congiungendo questi ultimi si ha una curva di pressione-portata per diverse bocche di efflusso, e alla velocità di regime. I valori della potenza assorbita in queste condizioni permettono di costruire l'altro diagramma potenza-portata, indicato in figura con kW. Si può così conoscere, con sufficiente approssimazione, la quantità d'aria per secondo, e la potenza occorrente per la ventilazione.

Le bocche che servono per determinare l'efflusso dell'aria sono in generale scelte in modo da provocare a monte una pressione non superiore agli 80 mm di colonna d'acqua. La quantità d'aria che defluisce in un secondo è quindi data dalla formula

$$Q_n = K F_1 \sqrt{2 g R T_n \frac{P_n}{P_0}}$$

dove Q_n è la quantità d'aria in m³/s, K coefficiente di efflusso $= 0,99$, F sezione della bocca in m², R costante dei gas (per l'aria 29,27), T_n temperatura assoluta a monte della bocca, P_n pressione a monte della bocca in mm di colonna d'acqua o kg/m², P_0 pressione barometrica misurata come la precedente.

La perdita totale della generatrice è quindi data da

$$P_t = P_q + P_c + P_r$$

dove P_q è la potenza perduta sotto forma di calore, P_c la potenza cinetica dell'aria a monte della bocca nel punto dove si fa la misura P_r la potenza non misurabile perduta per irraggiamento e conduzione.

Il valore di P_q sarà quindi dato dalla nota formula

$$P_q = 4,2\ Q_n\ \gamma_n\ C_p\ \Delta t\ kW$$

dove γ_n è il peso specifico dell'aria alla temperatura T_n, C_p il calore specifico dell'aria a pressione costante uguale 0,238, Δt aumento di temperatura subìto dall'aria.

P_c in kW sarà poi dato da

$$L_c = \frac{1}{2} \frac{Q_n \gamma_n}{g} \left(\frac{Q_n}{F_2}\right)^2 \frac{1}{102}$$

dove F_2 è la sezione situata a valle della bocca.

L'ultimo termine P_r si è trovato, con esperimenti eseguiti su grandi trasformatori, che corrisponde a circa 11 watt per ogni grado di differenza di temperatura fra carcassa e ambiente, e per m² della superficie della carcassa che si trova a contatto con l'aria ambiente. L'influenza dell'umidità dell'aria si è trovata assolutamente trascurabile. Per l'esattezza dei resultati è necessario che la temperatura dell'aria che entra nella macchina sia mantenuta la più costante possibile.

Come controllo delle misure d'efflusso dell'aria, eseguite con una bocca o con un anemometro, si può inserire, durante la marcia a vuoto, una resistenza elettrica ausiliaria nel canale d'entrata dell'aria o nella carcassa dello statore. Allora dalla potenza elettrica consumata da questa resistenza, e dal conseguente aumento della temperatura dell'aria di ventilazione, si può dedurre la quantità d'aria defluita in un secondo, con le relazioni precedentemente citate. D'altra parte regolando queste resistenze in modo da consumare una potenza, che produca un aumento di temperatura dell'aria di ventilazione uguale a quello che si produce durante la prova con la macchina a pieno carico, questa potenza sarà uguale alle perdite nel rame e nel ferro che si verificano nel funzionamento a pieno carico.

Con questo metodo è anche possibile determinare le perdite per attrito nei cuscinetti: esso ci permette infatti di misurare le perdite nel rame e nel ferro della generatrice funzionante a vuoto, come motore. Misurando allora simultaneamente la potenza elettrica fornita alla macchina, si ottengono per differenza le cercate perdite nei cuscinetti.

La fig. 1 rappresenta la disposizione effettuata per la misura delle perdite di un turbo-generatore trifase da 3000 kW a 3000 giri. Per controllare il metodo la generatrice era comandata da un motore tarato, con l'intermediario di un torsiometro. I risultati ottenuti con questo metodo sono tali da autorizzare a ritenere che esso sia una soluzione soddisfacente del problema della misura delle perdite nel rame e nel ferro delle macchine elettriche.

C. Mt.

★

A. PALM. — **Voltometro assoluto per 250 000 Volt.** (Zeitschrift für Technische Physik, n. 7, 1920, pag. 137).

E' un voltometro elettrostatico nel quale l'isolamento, anzichè all'olio, è affidato all'azoto sotto pressione (circa 12 atmosfere), che presenta, sul primo, i seguenti vantaggi: maggiore rigidità dielettrica (a 10 atmosfere, circa 240 kilovolt efficaci per cm); eliminazione di ogni pericolo d'incendio in caso di scarica; invariabilità quasi assoluta della costante dielettrica.

La fig. 1 dà lo schema dell'apparecchio, che consiste di una bilancia doppia, nella quale l'azione elettrostatica, dovuta alla tensione da misurare, viene equilibrata con l'azione elettrodinamica di una corrente continua regolabile e misurabile. Il giogo $A.\ O.\ B.$ della bilancia (vedi fig. 1) porta perciò, alle distanze a_1 a_2 dall'asse;

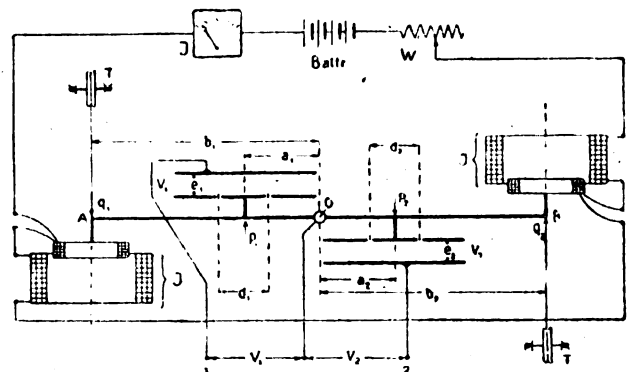



Fig. 1.

due dischi mobili, che vengono ad affacciarsi ai dischi fissi entro ad anelli di guardia, a cui sono metallicamente collegati. Alle estremità del giogo si trovano, invece, le bobine mobili del sistema elettrodinamico, affacciate alle corrispondenti bobine fisse.

La coppia motrice voltometrica è proporzionale al quadrato della tensione V; quella amperometrica al quadrato della corrente I. Quando la bilancia è in equilibrio, la tensione incognita sarà proporzionale alla corrente di compensazione, e, scegliendo opportunamente le costanti, si potrà leggerne direttamente il valore efficace in Volt, sull'amperometro (di precisione, a bobina mobile) che serve a misurare I. Tale misura è indipendente dalla frequenza e dalla forma d'onda.

Le inserzioni più comunemente adoperate sono: quella in parallelo (un polo dell'alta tensione al morsetto 0 e l'altro polo ai morsetti 1 e 2 fra loro collegati) e quella in serie (un polo al morsetto 1 e l'altro a quello 2, il morsetto 0 essendo messo a terra): e la scala dell'amperometro sarà, in un caso, metà che nell'altro.

Lo strumento è racchiuso in una scatola di bronzo a tenuta ermetica (vedi fig. 2) munita di manometro per leggere la pressione dell'azoto. I dischi fissi voltometrici sono portati da due isolatori passanti laterali, a gole (di cui nella figura, si vede solo una parte), formati da cinque pezzi cementati assieme, della lunghezza totale

di oltre un metro e riempiti pur essi di azoto sotto pressione. Il tubo *R*, fissato fra la scatola e l'isolatore, è destinato a localizzare le scariche, che eventualmente si formassero fra lo stelo conduttore del

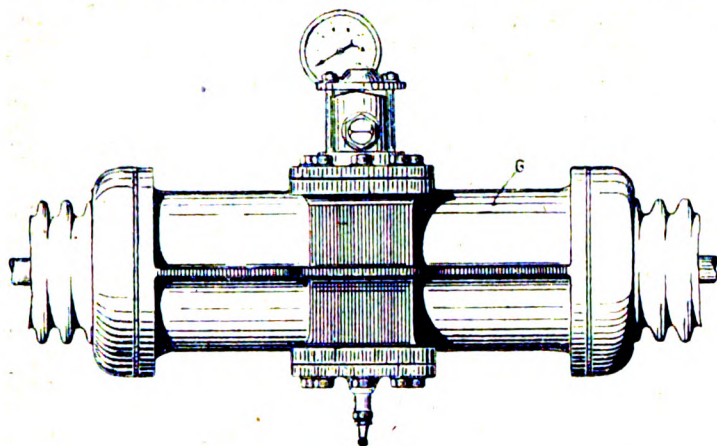



Fig. 2.

passante e la scatola stessa e che, altrimenti, potrebbero avvenire fra i dischi e rovinare lo strumento. Come si vede meglio nella figura 3 le bobine amperometriche sono protette, mediante uno schermo metallico, dall'influenza dei campi voltometrici.

La posizione d'equilibrio si rileva mediante un dispositivo a doppio specchio, piazzato sulla parte superiore dello strumento.

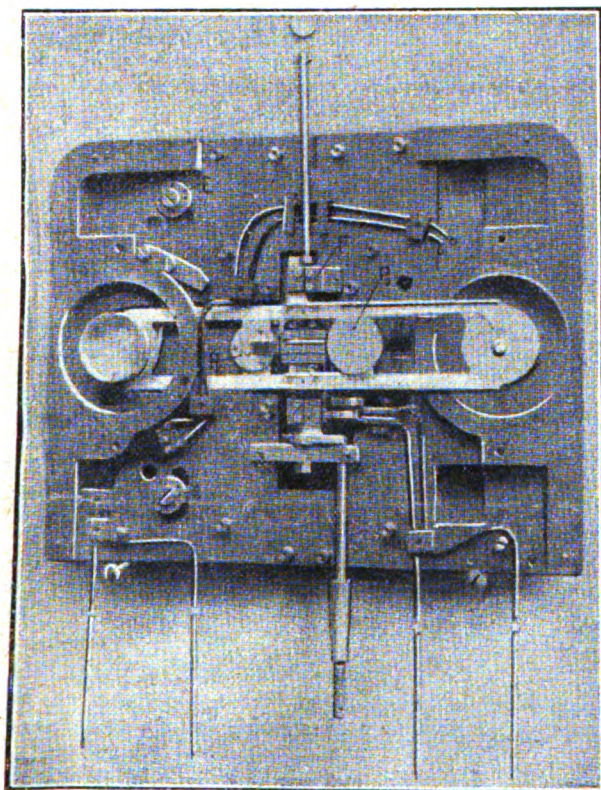



Fig. 3.

Lo specchio inferiore è mobile assieme alla bilancia; quello superiore è registrabile a mano e si può, prima della misura, portarlo parallelo al precedente. Il parallelismo dei due specchi, e quindi anche l'equilibrio della bilancia, si può constatare, osservando con un cannocchiale due righe verticali (opportunamente tracciate sugli specchi stessi) che, in tali condizioni, devono trovarsi sul prolungamento una dell'altra.

Attualmente questo strumento è costruito per tensioni che arrivano fino a 250 000 volt efficaci; l'installazione completa comprende, oltre l'apparecchio descritto, una piccola batteria d'accumulatori, un amperometro di precisione, una bombola per l'azoto con relativa valvola di riduzione, un reostato per regolare la corrente equilibratrice e due cannocchiali: uno per osservare il dispositivo a doppio specchio, e l'altro, montato in modo speciale (vedi stesso autore E. T. Z. 17/6/1920 e El. World 16/10/1920) per leggere le deviazioni dell'amperometro.

Naturalmente, le manovre del reostato si fanno a distanza, mediante fioretti isolati.

Le cause d'errore, in misure fatte con tale strumento, sono molto numerose: campi elettrici e magnetici; variazione di temperatura; dilatazioni meccaniche dell'involucro metallico; inesattezza nella determinazione delle lunghezze *a*, *b*, *d*, *e*, (fig. 1); in quella del punto d'equilibrio, nella lettura dell'amperometro, ecc.

L'A. però dimostra che l'errore totale non supera il 9 ‰ per le letture basse sull'amperometro, e si riduce al 3,5 ‰ per il fondo scala.

a. d. v.

★ ★

RADIOTELEGRAFIA E RADIOTELEFONIA.

P. P. ECKERSLEY. — **Alcuni esperimenti di radiotelefonia in duplex sugli aereoplani.** (The Electrician 20 agosto 1920, vol. LXXXV, n. 2205, pag. 207).

L'A. espone in una sua memoria, letta all'Institution of Electrical Engineers, i risultati ottenuti in una serie di esperimenti di radiotelefonia in duplex, da lui eseguiti allo scopo di studiare un dispositivo, adatto per aeroplani, e capace, sia di assicurare alle comunicazioni radiotelefoniche lo stesso grado di semplicità, che da lungo tempo ha conseguito la telefonia a filo, sia di permettere, fra aereonavi in volo e fra queste e le stazioni terrestri una vera e propria conversazione, rapidamente alternata e scambievolmente interrotta. Perchè ciò sia possibile, occorre che, nelle due stazioni radiotelefoniche comunicanti, il passaggio dalla trasmissione alla ricezione sia automatico, e che sia evitata sui ricevitori l'interferenza delle trasmissioni proprie.

L'A. ha tentato dapprima di risolvere il problema nel modo seguente: invece di modulare colla voce l'intensità di una sorgente continua di potenza, fornita all'antenna, come si pratica nei comuni apparati radiotelegrafici, ha studiato un dispositivo capace di fare oscillare l'antenna solo negli intervalli, durante i quali si parla al microfono (figura 1). V_c è la valvola modulatrice e V_t quella generatrice o oscillatrice. Il circuito d'aereo *ALCE* oscilla soltanto quando fra i punti

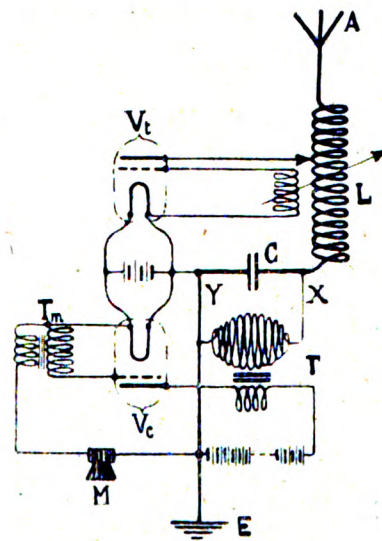



Fig. 1.

X Y è applicata una differenza di potenziale, che funzioni da tensione anodica per la valvola V_t, ossia negli intervalli nei quali si parla al microfono *M*. Infatti, durante questi intervalli, la tensione di griglia della valvola V_c varia, per effetto del trasformatore T_m; nel circuito anodico di V_c si producono variazioni ben più sensibili di corrente, e queste danno luogo a variazioni amplificate di tensione nel secondario del trasformatore *T*, derivato fra i punti *X* e *Y*.

La parola irradiata con questo dispositivo si è dimostrata in pratica una riproduzione assai mediocre di quella effettiva, e assai peggiore di quella, ottenuta modulando una sorgente continua di correnti oscillatorie e ciò per due ragioni:

1) le oscillazioni persistono sull'antenna dopo che gli impulsi dell'alta tensione sono cessati;

2) un intervallo dell'ordine di 3 centesimi di secondo decorre fra l'istante in cui l'alta tensione è applicata ai terminali *X Y* e l'innescarsi delle oscillazioni. Di conseguenza, le consonanti iniziali delle

parole, le quali producono variazioni di tensione di frequenza relativamente alta e di piccola intensità, non riescono a dar origine alle corrispondenti oscillazioni ad alta frequenza, essendo la loro durata troppo piccola in confronto al tempo occorrente all'innescarsi delle oscillazioni stesse. La soppressione di tali consonanti basta a rendere imperfetta l'articolazione della parola.

Poichè il ritardo suddetto dipende probabilmente dal tempo richiesto dalla corrente anodica della valvola V_c a seguire le variazioni della tensione di griglia, l'A. ha provato ad applicare alla griglia una tensione indipendente, di periodo identico a quello naturale dell'aereo, sulla quale si sovrapponevano le variazioni di tensione prodotte dal microfono: e ha migliorato in tal modo la trasmissione telefonica: ma contemporaneamente ha constatato nell'antenna un'oscillazione continua dovuta alle correnti di capacità fra griglia e anodo, che rendeva impossibile l'uso della radiotelefonica in duplex.

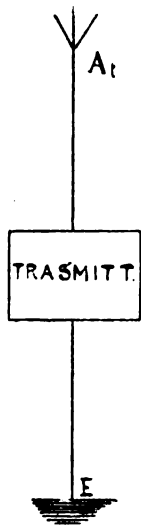
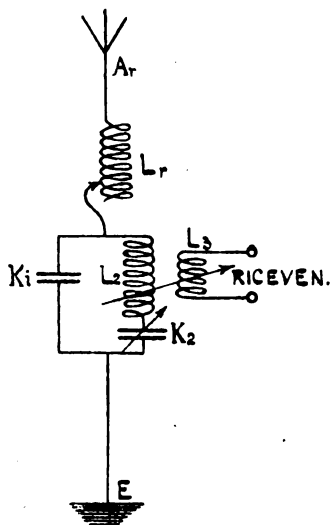
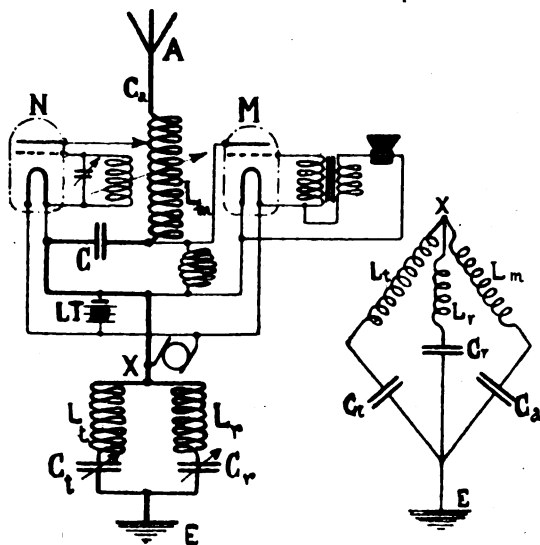



Fig. 2. Fig. 3.

Ad ogni modo questa soluzione avrebbe risolto il problema solo in parte, lasciando impregiudicata la questione dell'interferenza delle trasmissioni proprie sul ricevitore. Perciò l'A. ha continuato i suoi esperimenti con un apparato trasmettente di onde persistenti, preoccupandosi però che le intense correnti oscillatorie prodotte ininterrottamente dal trasmettitore non producessero sul vicino ricevitore una perdita troppo forte di sensibilità. Una prima soluzione adottata è stata quella di usare due diverse antenne, trasmettente e ricevente, A_t e A_r (fig. 2) sintonizzate per due diverse lunghezze d'onda. Con 0.4 A sull'antenna trasmettente e 0,04 A di oscillazione forzata da essa indotta sull'antenna ricevente, e con una differenza di lunghezza d'onda del 20%: i risultati ottenuti sono stati soddisfacenti.

Una seconda soluzione, caratterizzata dall'uso di un'antenna unica è rappresentata in fig. 3.

Fig. 4.

Sia X il terminale alla terra di un trasmettitore radiotelefonico ordinario con una valvola generatrice N ed una modulatrice M; e colleghiamolo alla terra E mediante due circuiti derivati: il primo di costanti L_t C_t eguali a quelle dell'antenna L_m C_a, per modo che tutto il sistema L_m C_a L_t C_t sia in risonanza per l'onda di trasmissione; e il secondo di costanti L_r C_r tali che il sistema L_m C_a L_2 C_2 vibri per l'onda di ricezione. Il condensatore C abbia capacità così elevata da presentare reattanza trascurabile alle correnti oscillatorie. Per effetto della condizione posta C_a L_m = L_t C_t, X è un nodo di potenziale dell'antenna per l'onda di trasmissione, in quantochè l'intero sistema, in quest'ipotesi, (fig. 4) realizza un ponte equilibrato a correnti oscillatorie: e praticamente la sua posizione si troverà regolando L_t C_t, in modo che la lunghezza d'onda irradiata dall'antenna C_a L_m L_t C sia la stessa che viene irradiata da C_a L_m, quando X è messo direttamente alla terra. Poichè X ed E sono allo stesso potenziale durante la trasmissione, non si avranno correnti oscillatorie derivate nel circuito L_r C_r durante la trasmissione, ossia il ricevitore accoppiato a L_2 sarà praticamente insensibile alle onde di trasmissione. Esperimenti compiuti dall'A. con 0,5 A sull'antenna, han permesso di constatare soddisfacenti risultati anche con una differenza di lunghezza fra le onde trasmettenti e quelle riceventi, solo del 10%.

Tuttavia l'uso di due diverse lunghezze d'onde presenta l'inconveniente di limitare l'impiego degli apparati; se per es. tutte le aereonavi di una data stazione adottano per la trasmissione una determinata lunghezza d'onde, e per la ricezione quella di trasmissione della stazione terrestre, le comunicazioni fra aereonavi non sono possibili.

Questa considerazione, e le altre, che nascono dall'esame di tutti gli aspetti del problema, (riguardanti l'amplificazione, l'eliminazione dei rumori estranei etc.) fanno formulare l'augurio che agli esperimenti, compiuti dall'A., altri ne seguano, allo scopo di rendere l'uso delle comunicazioni telefoniche fra le aereonavi veramente pratico, efficiente, e adatto alla scarsa abilità tecnica specifica delle persone, che possono essere chiamate a servirsene.

Fe. Vi.

★

G. W. O. HOWE. — **Il rendimento degli aerei r. t. e la potenza necessaria per trasmissioni a grande distanza.** (The Radio Review, agosto-settembre-ottobre 1920, n. 11-12-13, vol. I, pag. 540-598 e 652).

L'A. divide la potenza oscillatoria $P = R\ I^2$, comunicata a un aereo r. t. trasmittente, in tre parti: l'una dovuta alle perdite nei conduttori per effetto joule $R_c\ I^2$, la seconda dovuta alle perdite nei dielettrici imperfetti e specialmente nella terra $R_d\ I^2$ e la terza irradiata nello spazio $R_i\ I^2$. Secondo l'A., il primo termine può essere calcolato con sufficiente accuratezza, e si può ritenere approssimatamente che il valore di R_c non varii con la frequenza (ossia con la lunghezza d'onda). Per il secondo termine l'A. ammette, che il fattore di potenza di un condensatore con dielettrico imperfetto sia costante, e ne deduce agevolmente che, a pari I, le perdite debbono variare proporzionalmente a λ, ossia $R_d = b\ \lambda$ (¹). Infine il termine dovuto alla radiazione si può ritenere inversamente proporzionale a λ^2, se si ammette che l'altezza di radiazione resti costante al variare di λ. Ne segue che il modo di variare della resistenza totale R di aereo in funzione di λ risulterebbe definito da una relazione del tipo.

$$R = R_c + b\ \lambda + \frac{c}{\lambda^2}.$$

Questa funzione ha un minimo per

$$\lambda_m = \sqrt[3]{\frac{2\ c}{b}}, \text{ cui corrisponde } R_m = R_c + 3\ \frac{c}{\lambda_m{}^2} = R_c + 3\ R_{im}.$$

Se si ammette che la perdita nei conduttori sia trascurabile rispetto alle altre (¹), si deduce che, nella condizione di resistenza totale minima, quest'ultima sarebbe tre volte la corrispondente resistenza di radiazione. Questa regola, applicata all'aereo della Radio Roma (S. Paolo), darebbe per $R_m = 3.25\ \Omega$ e $\lambda = 7$ km un'altezza di radiazione di 183 m, laddove la misura diretta ha permesso di calcolare $h = 138$ m. Può darsi tuttavia che il valore di R_m ora riportato sia alquanto superiore al vero e che il disaccordo possa quindi essere attenuato (²).

Passando a calcolare la potenza totale P da comunicarsi all'aereo trasmittente per superare una distanza d, l'A. applica la nota formula dell'Austin (³) nell'ipotesi, che la corrente di ricezione debba essere di 90 $\mu\ A$ in un aereo di resistenza totale di 25 Ω e altezza efficace 61 m e ricava la relazione

$$P = 15 \,.\, 10^{9} \,.\, \frac{d^2}{\eta_i} \,.\, e^{0{,}003\ d / \sqrt{\lambda}}$$

ove $\eta_i = \frac{R_i}{R}$ è il rendimento di radiazione, d e λ sono espresse in km e P in kW. Indicando ora con $\beta = \frac{R_r}{R_m}$ il rapporto fra la resistenza dovuta ai conduttori e la resistenza totale minima dell'aereo

---

(¹) Naturalmente queste ipotesi, fortemente semplificatrici, prima di poter servire di base a una teoria attendibile del rendimento degli aerei, dovranno essere in qualche modo sperimentalmente confermate. (*N. d. R.*)

trasmittente, e con $\gamma = \frac{\lambda}{\lambda_m}$ il rapporto tra la lunghezza d'onda usata e quella corrispondente alla resistenza minima, l'A. deduce facilmente:

$$\frac{1}{\eta_1} = \frac{3\,\gamma^2\,\beta}{1-\beta} + 2\,\gamma^n + 1.$$

In questo modo l'A. riesce ad esprimere la potenza necessaria per trasmettere a una data distanza, in funzione di quattro variabili: λ_m, d, β e γ e riporta alcune tabelle, di cui la seguente è un esempio:

Potenza P in kW per d = 1000 km.

λ_m	β	8 = 0,5	0,75	1	2	3
0,5	0,1	8,05	4,1	3,5	5,5	10,1
	0,5	12,10	7,1	6,3	8,7	14,25
1,0	0,1	1,4	1,0	1,0	2,3	4,9
	0,5	2,1	1,7	1,8	3,6	6,95
2,5	0,1	0,3	0,275	0,335	1,05	2,6
	0,5	0,45	0,475	0,6	1,65	3,7
5,0	0,1	0,135	0,145	0,2	0,7	1,9
	0,5	0,2	0,25	0,35	1,1	2,65
10,0	0,1	0·075	0,09	0,13	0,535	1,5
	0,5	0·115	0,16	0,235	0,845	2,125

Le tabelle numeriche, e i corrispondenti diagrammi, mettono in rilievo la grande convenienza di usare aerei con valori di λ_m assai elevati, ossia con piccole perdite dielettriche. Il fatto di dover impiegare, in condizioni sfavorevoli, potenze P di valore eccessivo, presenta non solo l'inconveniente del basso rendimento, ma anche quello di richiedere di solito l'uso di tensioni di aereo così elevate da rendere impossibile un buon isolamento. Sempre sulla base delle formule riportate e per diversi valori di λ_m e di d (avendo posto $\beta = 0{,}1$), l'A. calcola ancora gli elementi per la trasmissione più economica, e cioè i valori di λ e P corrispondenti al minimo di P, salvo sempre la verifica che la tensione raggiunta dall'aereo non sia eccessiva.

Infine, riportandosi ai risultati delle recenti misure del Vallauri ([3]), l'A. fa rilevare, come i risultati numerici da lui dedotti possano essere ricalcolati prendendo a base la formula del Fuller, in luogo che quella dell'Austin; ed afferma che l'esempio delle misure fatte nell'Istituto E. R. T. della Marina Italiana dovrebbe essere largamente imitato, perchè solo un gran numero di simili ricerche sperimentali renderà possibile lo studio, su basi scientifiche, dei collegamenti r. t. a grandi distanze.

([2]) *L'Elettrotecnica*, 15 maggio 1920, n. 14, vol. VII, pag. 243 e *Pubblicazioni Istituto E e R. T.*, n. 8 (§ 4 e nota 6).

([3]) *L'Elettrotecnica*, 15 giugno 1920, n. 17, vol. VII, pag. 298 e *Pubblicazioni Istituto E. e R. T.*, n. 9 (§ 7).

:: :: :: CRONACA :: :: ::

APPLICAZIONI TERMICHE.

Esposizione di cucine elettriche. — La piccola esposizione di Milano, di cui demmo notizia sommaria nello scorso numero continua ad interessare vivamente il pubblico tecnico e profano. A complemento e rettifica dell'affrettata noticina del 15 corrente, aggiungiamo che oltre alle cucine Tea e Fare sono esposte e partecipano al concorso cucine costruite dall'ing. Carlo Pelizzari. Le cucine fuori concorso, a semi accumulazione sono della T. I. R. E.

Quanto alla Commissione giudicatrice, essa è completata dal comm. Bonetti.

Pubblicheremo presto dei cenni illustrativi degli apparecchi esposti e, a suo tempo, daremo notizia delle conclusioni della Giuria.

APPLICAZIONI VARIE.

La protezione del ferro contro la ruggine (R. G. E. 6-11-20). — Fra i processi elettrolitici per proteggere il ferro dalla ruggine è notevole la galvanizzazione per mezzo del cadmio, meno alterabile dello zinco e utilizzabile in strato sottilissimo in ragione di 35 grammi per metro quadrato, il che rende l'operazione abbastanza economica malgrado l'elevato prezzo del metallo. Il deposito risulta bene aderente e il cadmio è abbastanza plastico perchè i pezzi protetti possano essere curvati e stampati senza pregiudizio dello strato di protezione. Un altro processo basato sopra l'ossidazione elettrolitica sembra del pari molto interessante. Esso consiste nel disporre gli oggetti da ossidare in un bagno fortemente alcalino a 120° ÷ 140° C., facendoli funzionare alternativamente da catodo e da anodo. Non occorre che i pezzi siano preventivamente ravvivati; essi si ravvivano durante la prima parte dell'operazione, e durante la seconda parte si ricoprono di uno strato di ossido. Il bagno elettrolitico è una soluzione concentrata di ferrito di sodio, nella quale si fa passare la corrente con una densità di circa 5 amper per cmq. La fine dell'operazione è indicata da un aumento della tensione ai poli del bagno, dovuto alla resistenza elettrica dell'ossido formato.

E. C.

INSEGNAMENTO, SCUOLE E LABORATORI.

Un Laboratorio-Scuola di Radiotrasmissioni a Milano. — Il corso libero di radiotrasmissioni tenutosi lo scorso anno presso il R. Istituto Tecnico « Carlo Cattaneo » trasformato in Laboratorio-Scuola si propone di creare, sia per le amministrazioni statali, sia per l'industria, il personale radiotecnico atto ad installare ed esercire stazioni radiotelegrafiche, radiotelefoniche e di radiomeccanica fisse e mobili. Il Laboratorio-Scuola eseguirà pure collaudi di apparecchi e materiale radiotecnico in genere.

I Ministeri, gli enti locali e sovratutto gli industriali milanesi hanno fornito i mezzi per i primi impianti.

I corsi nel corrente anno scolastico, saranno due. Essi ebbero inizio domenica 23 gennaio. Tanto al primo corso (particolarmente indicati per gli studenti delle scuole medie e professionali) quanto al secondo particolarmente indicato per gli studenti delle scuole superiori saranno ammessi tutti coloro che dimostreranno di possedere le cognizioni sufficenti a trarre dai corsi reale profitto.

Gli insegnamenti tecnici si impartiscono la mattina della domenica e riguardano l'elettrotecnica, la radiotecnica e le radiotrasmissioni. Essi saranno completati dalle esercitazioni pratiche serali.

Agli ex combattenti (in numero limitato) saranno concesse particolari facilitazioni. Per gli altri schiarimenti rivolgersi alla segreteria della Scuola, in Via Cappuccio, N° 2.

MATERIALI.

La lavorazione, le proprietà e le applicazioni del Tungsteno. (Le Génie Civil 18-9-20 e Scientific American 7-8-1920). — In vista delle importanti applicazioni del tungsteno nel campo della elettrotecnica, riteniamo interessante riportare le seguenti notizie sulle sue proprietà e applicazioni.

Il tungsteno, il cui nome derivato dalla lingua svedese significa « pietra pesante », fu scoperto nel 1781 da Scheele e Bergman e la sua produzione mondiale che prima della guerra era di poche migliaia di tonnellate, fu nel 1918 di 35 800 tonn.

Il tungsteno ha una densità fra 19,3 e 20,2 ed è il più refrattario e il meno volatile di tutti i metalli. Il suo punto di fusione è di circa 3100° C e il suo punto di ebollizione deve essere superiore a 3700° C.

La sua resistenza alla rottura supera quella del ferro, e varia da 322 a 427 kg per mmq nei fili sottili. Il suo modulo di elasticità raggiunge 42000 kg per mmq, superando il doppio di quello dell'acciaio. Il tungsteno è inoltre il meno dilatabile di tutti i metalli, avendo un coefficiente di dilatazione uguale alla metà di quello del platino.

A caldo si ossida come il ferro, ma non si irrugginisce a freddo. Non è attaccato dall'acido nitrico e dall'acido fluoridrico; l'acido solforico l'attacca lentamente. A freddo è attaccato lentamente dall'acido cloridrico e dall'acqua ragia, che formano alla sua superficie uno strato di acido tungstico che protegge il metallo. Il tungsteno,

che non è magnetico, modifica le proprietà magnetiche degli acciai, aumentandone considerevolmente la forza coercitiva; perciò gli acciai al tungsteno si impiegano per la fabbricazione dei magneti permanenti.

Prima che Coolidge riescisse a rendere il tungsteno duttile e atto alla lavorazione in modo da poter essere trafilato in fili capillari di grande resistenza meccanica e da permettere la costruzione di apparecchi che senza di esso non avrebbero potuto essere costruiti, il tungsteno rimase pressochè inutile a causa della sua straordinaria fragilità che resisteva a tutti i trattamenti fino allora impiegati per gli altri metalli. Infatti il tungsteno puro, compresso in sbarre e sottoposto a tutti i trattamenti impiegati per dare agli altri metalli la massima duttilità, rimane perfettamente fragile, e diventa invece duttile quando sia sottoposto a un trattamento che toglierebbe la duttilità ai metalli ordinarii.

Per ottenere il tungsteno dalla scheelite o volframite, si fonde il minerale con carbonati alcalini, e poi se ne tratta la soluzione acquosa con acido, ottenendo ossido tungstico in forma di precipitato giallo, che si filtra. L'ossido viene purificato sciogliendolo in ammoniaca, precipitandolo con aggiunta di acido e poi filtrandolo e lavandolo.

Per impiegare il tungsteno nella fabbricazione delle lampade ad incandescenza, si mescola l'ossido preventivamente essicato con una soluzione di nitrato di torio, e si agita aggiungendo acqua fino ad ottenere un'emulsione. Si essica e si scalda a 1100° C. in un crogiuolo refrattario. Il miscuglio viene quindi ridotto in polvere metallica di tungsteno per mezzo di idrogeno a 1000° C. La polvere di tungsteno così ottenuta si versa in una forma di acciaio costituita da un piano con una scanalatura di 6 mm. di larghezza e di profondità, e si sottopone ad una pressione di 2,5 ton. per cmq. applicata lateralmente anzichè alle estremità. La sbarra che così si ottiene è ancora troppo fragile per essere lavorata. Essa viene quindi riscaldata in un forno elettrico a 1300° C. e poi agglutinata in un'atmosfera di idrogeno scaldandola per 10 ÷ 15 minuti a 2800° C., facendola attraversare da una corrente elettrica. La sbarra così trattata, quantunque ancora fragile a freddo, è suscettibile di lavorazione e, scaldata a 1500° C., viene passata attraverso gli stampi rotanti di un maglio a forgiare che ne riducono successivamente il diametro, aumentandone in corrispondenza la lunghezza, fino al diametro di 0,8 mm. A questo punto il metallo è finalmente duttile e la sua resistenza alla trazione è giunta per brusche variazioni fino a 150 kg per mmq. Il filo così ottenuto viene ulteriormente trafilato attraverso trafile di diamante di diametro gradatamente decrescente fino al valore richiesto per l'impiego nelle lampade ad incandescenza. Queste ultime operazioni si effettuano facendo passare il filo che si svolge da una bobina attraverso un lubrificante, poi attraverso un piccolo forno a gas che lo porta al color rosso e quindi attraverso la trafila di diamante dalla quale passa ad avvolgersi su un'altra bobina. Si ottengono così i fili di differenti diametri impiegati per le lampade (scendendo fino a quello di un decimo di millimetro), i quali hanno una resistenza alla trazione di 420 kg. per mmq., una densità di circa 19, una temperatura di fusione di 1350° C. e una tensione di vapore molto bassa, in modo che anche ad altissime temperature la loro volatilizzazione è molto lenta.

Una delle più importanti applicazioni del tungsteno consiste nel suo impiego nella fabbricazione degli acciai rapidi i quali, come è noto, godono della proprietà di conservare la loro durezza fino a 600° e di richiedere almeno un'ora di riscaldamento a 700° per ricuocersi; da ciò deriva la possibilità di piallare e di tornire con velocità sestuple di quelle che si possono raggiungere cogli acciai al carbonio.

L'impiego degli acciai rapidi permette non soltanto di intensificare il rendimento delle macchine utensili, ma anche di ridurre notevolmente il lavoro di sgrossamento, diventato per ciò molto più economico.

Gli acciai rapidi si ottengono mediante la fusione al crogiuolo dei loro componenti, e contengono da 0,3 a 0,7 di carbonio, da 1,5 a 6 di cromo, e da 7 a 22 di tungsteno.

Il tungsteno puro ha già trovato molte applicazioni, oltre quella importantissima per i filamenti delle lampade a incandescenza. Esso si impiega per es. per la fabbricazione degli anticatodi nei tubi Röntgen, dei pesi campione, delle pile campione, etc. La sua grande tenacità permette di ottenere fili di due a tre millesimi di millimetro di diametro, i quali si possono impiegare per le sospensioni dei galvanometri, per i reticoli dei telescopi, per le suture nelle operazioni chirurgiche, etc.

Per ciò che riguarda i composti di tungsteno, il tungstato di bario può sostituire la biacca nelle pitture, i tungstati di sodio e di ammonio sono buoni ignifughi, il tungstato di calcio serve per la preparazione degli schermi fluoroscopici, e infine si ottengono dei bronzi al tungsteno i quali presentano insieme allo splendore metallico le tinte più svariate.

E. C.

★

La fibra vulcanizzata. (Scientific American Monthly, ottobre 1920). — La fibra vulcanizzata si ottiene partendo dagli stracci di cotone, che, dopo tagliati in piccoli pezzi, vengono bolliti con soda, lavati, imbiancati e ridotti in polpa. Questa viene colorata a piacere e poi ridotta in foglio che viene passato in un bagno di cloruro di zinco, nel quale la superficie del foglio viene gelatinizzata in modo che i varii strati aderiscano fino a formare una massa omogenea dello spessore voluto. I fogli vengono quindi neutralizzati e liberati dai reagenti chimici, asciugati, passati alla calandra e stagionati per lungo tempo, fino a un anno, a seconda dello spessore. Finora non si è trovato nessun metodo per abbreviare questo processo di stagionatura, ottenendo risultati uguali a quelli della stagionatura naturale. L'inferiorità dovuta alla stagionatura abbreviata consiste nella minor durata della fibra e nella diminuzione della sua rigidità dielettrica.

Per fabbricare i tubi, si avvolge la fibra gelatinizzata sopra anime di acciaio di dimensioni corrispondenti al diametro interno del tubo; lo spessore dipende dal numero di strati avvolti. I bastoni si ricavano a macchina da listelli quadrati.

E. C.

NOTE ECONOMICHE E FINANZIARIE.

La produzione e il mercato del carbone in Gran Bretagna e negli Stati Uniti d'America. — I dati seguenti dimostrano la diminuzione avvenuta nella produzione del carbone in Gran Bretagna, e il contemporaneo aumento verificatosi invece nella produzione americana:

Produzione carbonifera
(in milioni di tonnellate)

Anno	Gran Bretagna	Stati Uniti d'America
1914	265	460
1919	229	488
1920	243	555

(i dati per il 1920 sono basati sulla produzione dei primi 6 mesi).

Aumento o diminuzione del 1920 sul 1914.

Regno Unito - milioni di tonnellate diminuzione	22 =	8%
Stati Uniti - » » » » »	95 =	20%

In altre parole l'aumento nella produzione americana equivale di per sè sola ad un terzo della intera produzione inglese, specialmente nell'anno 1913.

Esportazione

Le statistiche relative all'esportazione dai due paesi sono ancora più gravi:

(in milioni di tonnellate)

Anno	Gran Bretagna	Stati Uniti d'America
1914	59	15
1919	35.2	22.3
1920	29	23.7

(I dati per il 1920 sono basati sulla produzione dei primi 6 mesi).

Nel caso della Gran Bretagna i dati relativi si riferiscono esclusivamente ad imbarchi di carbone, mentre nel caso degli Stati Uniti d'America includono anche i dati relativi al carbone esportato, principalmente via terra, nel Canadà. Le esportazioni di carbone nel Canadà ammontarono nel 1914 a circa 11 1/2 milioni di tonnellate e nel 1919 a 9 1/2 milioni di tonnellate.

Questi dati mostrano che l'espansione americana nel commercio di esportazione ha proceduto un po' più velocemente che l'aumento della produzione.

Aumento o diminuzione nell'esportazione dal 1914 al 1920.
Milioni di tonnellate

Gran Bretagna	30 =	50 %
Stati Uniti d'America	8.7 =	58 %

Aumento dell'esportazione negli Stati Uniti d'America.

La situazione degli Stati Uniti d'America in agosto e settembre 1920 era migliore in questi due mesi; infatti si esportarono circa 4 milioni di tonnellate al mese, pari a 48 milioni di tonnellate in un anno, cioè assai più del doppio della quantità esportata in tutto il 1919. L'aumento nell'esportazione americana coincise con una grande contrazione nell'esportazione della Gran Bretagna, la quale nell'ante-guerra era la sorgente principale del rifornimento estero di carbone.

Nel caso della Francia le esportazioni di carbone americano erano soltanto di 47 322 tonn. nel 1914, mentre nella prima metà del 1920 furono di 3 200 000 tonn. cosicchè si può calcolare che la Francia importerà nel 1920 almeno 5 800 000 tonn. di carbone americano.

Il mercato Sud Americano

Le esportazioni degli Stati Uniti d'America nel Sud America ammontavano nel 1914 a sole 580 mila tonnellate; nella prima metà del 1920 esse sono state di 3 600 000 tonn. e si calcola che per tutto il 1920 toccheranno 5 800 000 tonn.

Le spedizioni inglesi nel Sud America per quest'anno saranno di solo 1/2 milione di tonn. contro sei milioni di tonn. nel 1913; d'altra parte l'esportazione inglese in Francia potrà quest'anno essere di 12/13 milioni contro i 12,3 milioni di tonn. nel 1914.

Per quanto riguarda la Svezia, le esportazioni americane sono cresciute da 46 000 tonn. (1915) ad una media di 3 300 000 tonn. annue in base alle esportazioni degli ultimi mesi; mentre quelle della Gran Bretagna sono scese da 4 250 000 tonn. a 600 000 tonn.; in Olanda le importazioni di carbone americano sono aumentate da 10 000 tonn. a circa 3 000 000 tonn. annue in base alle importazioni degli ultimi mesi; mentre le importazioni dall'Inghilterra sono discese da 1 700 000 tonn. a circa 200 000 tonn. annue in base agli ultimi mesi.

NOTE LEGALI

In materia di acque.

Questioni di competenza.

I.

CORTE D'APPELLO DI MILANO, 14 ottobre 1919 (1): *« E' di competenza della autorità giudiziaria ordinaria, e non del Tribunale delle Acque, la controversia fra privati sul risarcimento dei danni derivati dall'esercizio di un'industria connessa con una derivazione di acque pubbliche, se non siano in discussione la natura e la portata dei reciproci diritti dei contendenti sulle acque stesse in rapporto alle rispettive concessioni ».*

★

La Corte ricorda anzitutto l'art. 35 del decreto Luogotenenziale 20 novembre 1916 che istituiva il tanto discusso *Tribunale delle Acque*.

Tale articolo dice: « Il Tribunale delle acque decide:

. . . .

c) di qualunque controversia, anche fra privati, in ordine alla derivazione e utilizzazione delle acque pubbliche;

. . . .

f) di tutte le azioni per risarcimento di danni connesse con le questioni sopra elencate o dipendenti da alcuni dei provvedimenti emessi dalla autorità amministrativa a termini dell'art. 124 della legge 20 marzo 1865, n. 2248, alleg. F. ».

Fondandosi su questo articolo, il Tribunale di Milano aveva dichiarato la sua incompetenza. Ma la Corte, accogliendo la tesi dell'appellante, osserva: « Anche se fosse vero, come dice il Tribunale, che i danni derivano da pretesi abusi che si sarebbero compiuti nella derivazione o nella utilizzazione di acque pubbliche, non per questo sarebbe meno competente il Tribunale ordinario perchè (a quanto insegnano le Sezioni Unite con sentenza 21 febbraio 1918 (2) l'art. 35 testè ricordato considera soltanto le controversie tra privati aventi per oggetto l'utilizzazione inerente al titolo spettante ai singoli utenti, mentre, in concreto, non si tratta di vedere se uno dei due utenti abbia speciale diritto di derivazione in confronto dell'altro, in modo da creare un conflitto fra i rispettivi titoli, ma si tratta unicamente di una causa di danni dipendenti non dal fatto che la convenuta derivi e utilizzi acque della Bormida, ma dai modi, lesivi dei diritti altrui, con cui essa esercita la sua industria, riversando nel fiume i rifiuti dell'industria stessa ».

Infatti, prosegue la Corte « gli attori non pretendono che la Convenuta utilizzi le acque della Bormida in un quantitativo maggiore o minore; non le contestano il titolo della sua concessione, ma si dolgono unicamente del modo con cui la Società esercita la propria industria, modo che menomerebbe intollerabilmente l'uso delle acque che pure loro compete. In questi sensi e limiti la domanda involge una questione relativa ad una ragione di diritto civile, che rientra nella competenza dell'autorità giudiziaria. ».

★

La Corte passa quindi a esaminare la ragione d'essere del Decreto Luogotenenziale che istituiva il Tribunale delle Acque e dice:

« Giova tener presente che scopo della legge in esame è quello di regolare il godimento, da parte dei singoli, delle acque suscettibili di un pubblico interesse, e che la giurisdizione speciale fu creata per tutte le controversie, anche fra privati, le quali possono influire sul regime generale, e non soltanto su quello dei singoli. Così, sebbene siano attribuite al Tribunale speciale le controversie sulla demanialità delle acque, rimane ferma la competenza dei Tribunali ordinari se la demanialità delle acque non costituisce l'obbietto della domanda e sempre quando il Demanio non intervenga nella lite fra privati (art. 35 lett. *a*). Allo stesso Tribunale delle acque sono attribuite le controversie, anche fra privati, se vertono effettivamente sulla derivazione e utilizzazione delle acque pubbliche, ma semprechè per risolverle sia necessario l'esame dei titoli (concessioni, lungo possesso ecc.) per definire il rapporto in essi stabilito fra i singoli utenti e l'Amministrazione, oppure se occorre determinare la giusta ragione dei diritti spettanti ai contendenti sulle acque pubbliche ».

« La controversia, in sostanza, in tanto sarebbe sottratta al magistrato ordinario in quanto (per stare al caso in esame) cadesse in discussione la stessa derivazione e utilizzazione delle acque pubbliche in relazione al regime generale delle acque stesse, e si trattasse di determinare i diritti e obblighi delle parti in contemplazione del buon regime delle acque e della tutela delle ragioni imprescittibili della demanialità ».

Ma nulla di tutto ciò accade in concreto nella presente causa.

(1) *Foro Italiano*, 1920, I, 35 - *Monitore dei Tribunali*, 1920, 55.

(2) Tale sentenza trovasi in *Foro Italiano*, 1918, 289 - *Monitore dei Tribunali*, 1918, 368.

★

In materia si consultino le seguenti recenti sentenze: *Tribunale delle Acque Pubbliche* 8 marzo 1919 (3), *Corte di Cassazione di Roma* (Sezioni Unite), 30 gennaio 1919 (4), *Corte d'Appello di Casale*, 27 novembre 1918 (5).

II.

CASSAZ. ROMA (SEZIONI UNITE), 7 gennaio 1920 (6): *« E' di esclusiva competenza della autorità amministrativa conoscere della domanda diretta ad ottenere la modificazione di opere costruite dal concessionario di acque pubbliche per la migliore utilizzazione di esse, allo scopo di rimuovere la corrente che, nel caso di piena, danneggia le proprietà confinanti con l'altra sponda.*

L'autorità giudiziaria non può conoscere dell'azione di risarcimento di danno fino a che l'autorità amministrativa non abbia giudicato che le opere compiute siano contrarie alle buone regole dell'arte idraulica ».

Si trattava di opere idrauliche costruite dalla Società Imprese elettriche di Macerata nell'alveo del fiume Potenza.

La Corte richiama gli art. 1, 2, 93 del Testo Unico 25 luglio 1904 sulle opere idrauliche e l'art. 22 della legge 13 luglio 1911, n. 779, « che dichiarano la competenza esclusiva dell'autorità amministrativa a statuire e provvedere, anche in caso di contestazione, sulle opere di qualunque natura che possano avere relazione col buon regime delle acque pubbliche, con la difesa o conservazione delle sponde e con l'esercizio della derivazione, e sulle condizioni di regolarità di qualunque opera fatta entro l'alveo del fiume; attribuiscono all'autorità amministrativa la potestà di giudicare, escluso qualsiasi intervento dell'autorità giudiziaria, anche in caso di contestazione, se i lavori rispondono allo scopo cui devono seguire e alle buone regole dell'arte, se siano dannosi al buon regime delle acque, e di ordinare, occorrendo, le modificazioni o rimozioni opportune; ad essa affidano l'approvazione dei progetti di modificazione delle opere che influiscano direttamente o indirettamente sul regime dei corsi d'acqua ».

★

Quanto poi alla domanda di risarcimento di danni, osserva la Corte:

« Vero è bensì che l'art. 2 del Testo Unico 25 luglio 1904, modificato dall'art. 22 della legge 13 luglio 1911, mentre riserva all'autorità amministrativa, anche nel caso di contestazione, il giudizio se l'opera sia dannosa al regime delle acque, e se risponda alle buone regole dell'arte, soggiunge che, se vi sia ragione a risarcimento di danni, la relativa azione va proposta avanti i giudici ordinari, i quali non potranno discutere le ragioni già risolute in via amministrativa ».

« Ma appare evidente da questo ultimo precetto la subordinazione della domanda di risarcimento di danni alla decisione amministrativa circa la conformità o meno dell'opera alle buone regole dell'arte idraulica, e gli eventuali provvedimenti che l'autorità competente fosse per emanare in seguito ai reclami degli interessati ».

★

Vedasi in argomento una sentenza della stessa *Corte di Cassazione di Roma*, 10 agosto 1918 (7).

III.

CORTE DI CASSAZIONE DI ROMA (SEZIONI UNITE), 8 luglio 1920 (8): *« La disposizione del Decreto-Legge 9 ottobre 1919 sulle acque pubbliche, che restringe la proponibilità del ricorso alle Sezioni Unite della Corte di Cassazione ai soli motivi di incompetenza e di eccesso di potere contro le sentenze del Tribunale superiore delle acque pubbliche pronunciate su ricorsi contro i provvedimenti definitivi della pubblica amministrazione, si applica anche ai ricorsi pendenti al momento della entrata in vigore del decreto stesso ».*

« Conseguentemente è inammissibile il ricorso proposto prima della entrata in vigore del decreto per motivo di violazione di legge a norma del precedente decreto Legge 20 novembre 1916 ».

★

La Corte, dopo molte considerazioni osserva: « In difetto di una norma particolare, di carattere eccezionale, che non si riscontra nè nel Decreto Legge 9 ottobre 1919, nè nelle disposizioni transitorie emanate con successivo R. Decreto 27 novembre 1919, n. 2387, la questione se un ricorso validamente proposto sotto

(3) *Acque e trasporti*, 1919, 106.

(4) id., 1919, 145.

(5) *Monitore dei Tribunali*, 1919, 219.

(6) *Giurisprudenza Italiana*, 1920, I, 1, 34.

(7) *Giurisprudenza Italiana*, 1918, I, 1, 961, con nota.

(8) *Monitore dei Tribunali*, 1920, 683.

l'impero di una legge che ammette un determinato rimedio contro un atto giurisdizionale o amministrativo, venga meno per effetto di una nuova legge che escluda la proponibilità di quel rimedio, va risoluta in senso affermativo in base ai principi generali di diritto giudiziario e processuale».

«Il carattere di diritto pubblico inerente alle norme sulla organizzazione delle giurisdizioni e sulla determinazione della sfera e dei limiti delle rispettive attribuzioni importa che non si possa parlare di diritti quesiti in virtù della legge vigente al momento della costituzione del rapporto processuale».

«Qualunque innovazione venga dal legislatore introdotta in questo campo della propria attività, deve poter spiegare immediatamente i suoi effetti sul processo pendente, come se questo si fosse costituito sotto l'impero della nuova legge».

AVV. CESARE SEASSARO.

:: LIBRI E PUBBLICAZIONI ::

F. NÈGRE et P. BEAUVAIS — *Calcul, construction et essais d'une dynamo à courant continue.* (Vol. IV del corso d'Elettrotecnica generale e applicata tenuto all'Istituto Elettrotecnico di Lilla) - I vol. in 8 di VIII-386 pag. con 302 fig. (Prezzo 22 fr. 50). — Editore Béranger - Parigi e Liegi 1914 (pubblicato nel 1919).

Gli AA. suppongono già nota al lettore la teoria generale della macchina a corrente continua (svolta nel I volume di questo corso), tuttavia ricordano in appendice i risultati della teoria degli avvolgimenti. I materiali adoperati nelle costruzioni elettromeccaniche sono studiati in modo sommario in relazione alle caratteristiche elettriche e meccaniche che essi offrono; e le regole di costruzione sono dedotte dalle sollecitazioni a cui vanno soggette le varie parti di una dinamo. Il metodo di calcolo, ispirato ai lavori dell'Arnold, è basato sulla considerazione della reazione lineare (ampere-spire per centimetro di sviluppo d'armatura), l'empirismo delle formole è ridotto al minimo necessario. In modo abbastanza diffuso sono trattati la determinazione delle perdite e del rendimento, e il calcolo dei reostati d'avviamento e d'eccitazione. Interessante è il metodo consigliato per calcolare approssimativamente le fughe magnetiche, metodo che, basato su ipotesi semplici, ha sopratutto il merito di non richiedere che calcoli assai poco laboriosi. Gli AA. indicano infine le principali prove che si devono eseguire sulle macchine sia per il collaudo, sia per lo studio di nuovi tipi.

Nel complesso questo volume risponde agli scopi propostisi dagli autori, cioè di essere un'opera chiara e semplice che possa riuscire utile agli allievi ingegneri, ai quali è specialmente dedicata.

C. Mt.

* *

SODDY (FRED). — *Le Radium.* (Interprétation et enseignement de la radioactivité) Traduit de l'anglais par M. A. Lepape - Librairie Félix Alcan - Paris 1919 - Prezzo fr. 4.90.

In questo libro derivante da una serie di conferenze tenute dall'Autore presso l'Università di Glasgow sono dapprima richiamate le scoperte di Becquerel e dei Curie sui fenomeni radioattivi, e si tratta poi del radio, della sua preparazione allo stato puro, della radioattività indotta, della produzione dell'elio, dei diversi irradiamenti e loro proprietà fondamentali, della entità dell'energia prodotta, ecc. ecc. e si passa infine all'interpretazione di tutti questi fenomeni con nuove teorie.

Il trattato non è solo un'opera di volgarizzazione, ma può esser anche considerato come un libro d'insegnamento; non vi è alcuno sviluppo matematico ma le principali nozioni teoriche sono chiaramente esposte.

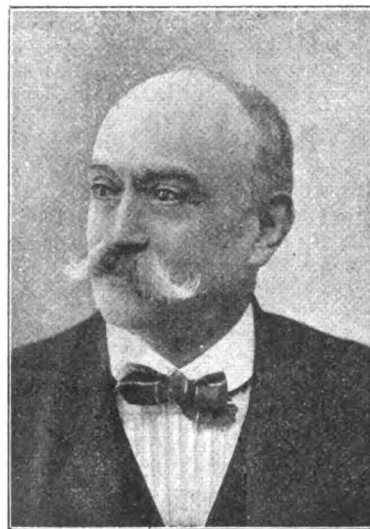
Nell'edizione francese vi è un capitolo aggiunto dall'Autore sulla costituzione intima dell'atomo, e il traduttore sig. Lepape ha redatto un'appendice in cui sono trattate le ultime scoperte, dimodochè il libro può considerarsi un riassunto abbastanza completo e aggiornato delle odierne conoscenze sull'argomento.

C. Ca.

Cooperando alla diffusione delle **Norme dell'A. E. I. per l'ordinazione ed il collaudo delle Macchine elettriche,** *farete opera d'italianità, gioverete alle industrie nazionali ed accrescerete l'autorità della nostra Associazione.*

Associazione Elettrotecnica Italiana

Eretta in Ente morale il 3 Febbraio 1910

AUGUSTO RIGHI

Commemorazione tenuta alla Riunione di Roma dal Prof. Lavoro Amaduzzi il 12 novembre 1920

Eccellenza, Signori,

Si presentano nella vita di ognuno delle circostanze singolari o difficili al cospetto delle quali nulla vale la ponderazione e il consiglio: occorre abbandonarsi alle varie forze ed ai vari sentimenti che esercitano su di noi la loro azione ed obbedire al la loro risultante.

Così dovetti fare io quando pochi giorni addietro si ebbe la squisita cortesia di offrirmi l'incarico di commemorare Augusto Righi, dinnanzi a voi o illustri ed egregi Colleghi.

Sentii tutta la grande inferiorità mia al nobile e difficile compito, ma del pari sentii la delicatezza del pensiero di chi non credè di trascurare la mia lunga deferente consuetudine di vita col l'Illustre Maestro, nè il grande ed ormai antico affetto che a lui mi legava; sentii il dovere di non sottrarmi ad un pubblico tributo di omaggi alla sua memoria; sentii infine la voce dell'esperienza la quale mi rassicurava intimamente che più in uditorio intelligente ed elevato, che non in ascoltatori men dotti, avrei trovati l'indulgenza ed il compatimento necessari; e detti il mio assentimento.

Oltre che alla vostra benevolenza o Signori, io mi affido al pensiero che un'opera tanto forte, una vita tanto pura, un lavoro tanto intenso e fruttuoso portano in loro stessi sufficiente virtù radiante affinchè l'interprete nulla conti e sia strumento insignificante.

Perchè l'attività del Righi tocca tutti i capitoli della Fisica, dallo studio meccanico delle oscillazioni pendolari nelle composizioni loro più svariate, alla ricerca più profonda nel campo della elettrologia, considerata come sintesi dello scibile fisico.

Essa è profonda e sagace: tutti gli argomenti vi sono trattati col criterio della più ampia genialità e con quello spirito veramente scientifico che alleando la sicura preparazione alla chiarezza ed al sano intuito, segnano i punti salienti di ogni questione e nulla lasciano sfuggire che meriti di essere notato.

Nato a Bologna il 27 di agosto del 1850 fece in questa sua città natale tutti gli studi sino al conseguimento del diploma di ingegnere, mancando a quei tempi il corso per la laurea in Fisica. Se tale Corso fosse esistito egli lo avrebbe di preferenza seguito giacchè alla scienza che fu sua, si era sempre da studente dedicato per passione personale, e tanto intensamente e con tale profitto che Emilio Villari lo accolse, anche prima che terminasse gli studi nel proprio Gabinetto e lo nominò poi assistente.

Durante gli anni di assistentato universitario fece le sue prime pubblicazioni; ma sopratutto quello fu un periodo di incubazione che doveva poi felicemente svilupparsi nel modesto Gabi-

netto di Fisica dell'Istituto Tecnico di Bologna dove giovanissimo, nel 1873, fu nominato a succedere ad Antonio Pacinotti, quando questi salì la Cattedra Universitaria a Cagliari.

In quel tranquillo ambiente potè, pur con mezzi limitati, plasmare quella sua forte tempra di lavoratore e di sagace indagatore dei fatti naturali, che sino dalla sua più tenera età si era in mille guise in lui rivelata, e che non poteva fallire. Ivi il suo genio maturava protetto da un'ombra discreta pronto a sorgere e a dargli le ali. Fin da allora la scienza era l'oggetto di ogni sua cura, il pensiero dominante della sua mente, e, dopo quello della sua famiglia che fu sempre forte e per lui profondamente consolatore, il massimo affetto del suo cuore.

Nessun desiderio e nessun incentivo ebbe mai di recarsi all'estero per il così detto «perfezionamento», che sembrò per lungo tempo indispensabile bagno di sapere a chi volesse divenire scienziato sul serio. Nel nuovo suo modesto asilo, perfettamente noncurante di titoli e di dignità, senza che la molla del *pervenire* avesse presa su di lui, lavorava indefessamente per il piacere di scoprire e di apprendere.

Dall'Istituto Tecnico di Bologna, in seguito a concorso, passò nel 1880 all'Università di Palermo. Anche in questa città molto lavorò, ma molto sofferse per malattia. E tanto gravemente fu colpito dal male, che per equivoco furono ordinate da quell'Ateneo le partecipazioni di morte. Fosse o no di buon augurio tale errore, egli si riebbe e potè continuare la sua opera luminosa.

Nel 1885 fu trasferito all'Università di Padova ove rimase sino al 1889, nel qual anno passò all'Università di Bologna, che fu più specialmente la culla della sua gloria, e ne risente ora per la grande luce che si è spenta, il grave e doloroso lutto.

Qui ebbe le maggiori soddisfazioni, qui lo raggiunsero le migliori distinzioni. Premi, chiamate alle più illustri accademie del mondo ,nomine a dottore *honoris causa*, elezioni e rielezioni alle più elevate cariche in società scientifiche ed in Corpi accademici, conferimento del Laticlavio.

Pur così largo riconoscimento di meriti non fu superiore alla misura dovuta, chè altro si attendeva per lui, nè poteva tardare, come cosa evidentemente differita per considerazioni e convenienze, che spesso nella Repubblica scientifica soverchiano e confondono le giuste valutazioni.

Più ne avanzerà il tempo, più l'opera del Righi sarà valutata. Ad essa soccorsero qualità naturali di vera eccezione e un forte volere di perfezionamento, quali un animo serio pari al suo poteva contenere.

Al cultore della Fisica occorre un complesso di attitudini che nell'insieme organico veramente efficace, solo in rarissimi uomini si riscontra.

Ad esso necessita una buona cognizione delle matematiche che gli consenta di coordinare le leggi sperimentali con quelle che sono il fondamento del nostro spirito; il mondo esterno colle leggi razionali del pensiero. Oltre al possesso del metodo e della chiarezza, così conferitegli dalla cognizione delle matematiche, gli occorre il *senso fisico* dei fenomeni, che porta alla nozione esatta dell'ordine di grandezza, vale a dire dell'importanza dei fenomeni che sempre si sovrappongono in numero e misura più o meno grandi, anche nel più insignificante dei fatti naturali. E gli deve soccorrere, col senso fisico, quella intuizione che consente di scoprire nel complesso dei fenomeni, la linea luminosa che lo conduca, di passo in passo dall'effetto sensibile, alla causa nascosta talvolta molto remota. Nè gli deve mancare l'attitudine sperimentale fatta di continue risorse per corrispondere in ogni momento alle più varie esigenze, dominato sempre dalla calma e dalla freddezza che si accompagnano alla precisione. E se il fisico deve insegnare, non gli deve mancare, colla larga e sicura dottrina, la dote difficile di un eloquio perspicuo; che sappia, non solo riferire fatti e leggi colla dovuta chiarezza, ma concetti spesso ardui nella comprensione, anche per il dotto.

Tutte queste doti il Righi ebbe in larga misura. Ad esse si aggiunga che per temperamento naturale, se non taciturno, certo poco loquace, con attitudini di lavoro solitario, la riflessione esercitò in lui e nella sua produzione, largo, benefico ed eccezionale effetto.

Sono note le condizioni della Fisica, nelle quali si iniziò e si svolse buona parte della attività scientifica del Righi.

In numerosi domini, per dirla con Schuster, lo scienziato era condotto ad ammettere che i principali fenomeni naturali fossero tutti conosciuti, e che la probabilità di una grande scoperta diminuisse ogni giorno; in conseguenza di che l'ufficio dello sperimentatore doveva ridursi a decidere fra teorie avverse o a mettere in evidenza qualche minimo effetto residuo, dal quale potesse risultare l'addizione alla teoria di un dettaglio più o meno importante.

La teoria ondulatoria della luce, già da tempo acquisita definitivamente alla scienza, continuava tuttavia ad esercitare il suo fascino sugli studiosi per l'eleganza ad essa infusa sul nascere da quella simpatica figura che fu Agostino Fresnel, ed aveva di recente subito quel poderoso richiamo che necessariamente doveva esercitare larga suggestione su ogni mente speculativa ben fatta, dovuto all'opera del nostro Macedonio Melloni. Quasi non bastasse questo richiamo altri ne erano venuti e ne erano promessi da nuovi fatti che andavano a poco a poco costituendo un importante ramo di studio: la magneto-ottica.

Il Righi fu sveglio in lucidissima vedetta su tutti questi campi, e raccolse larga ed importante messe. Lo studio del moto vibratorio in sè stesso, alimento della teoria ondulatoria, lo condusse ad apparecchi di dimostrazione notevoli. Lo studio dei fenomeni del suono parallelo a quello dei fatti luminosi gli suggerì dispositivi atti a rendere più tangibile coll'esperienza l'essenza stessa dei fenomeni acustici, e, entro i limiti consentiti di analogia, quello dei fenomeni della luce. La profonda e sana conoscenza dell'opera del Fresnel insieme alla sagacia speculativa ed a quella sperimentale gli permisero di studiare e di discutere con profitto e con autorità in questioni fondamentali di magneto-ottica.

Ma un'influenza formidabile doveva in quel tempo farsi sentire ed incitare al lavoro lui, che aveva buone spalle e forte fibra, influenza piena di attrazione e strettamente connessa al fondo filosofico della scienza, quella dello studio dei *dielettrici*, (o, come allora si diceva, dei *coibenti*); i corpi cioè non conduttori ai quali un tempo si era attribuito il solo ufficio di isolare, e negato quindi un effetto della loro natura sulle esperienze. Gli italiani Belli e Mossotti avevano già esercitato larga parte colla teoria così detta della *polarizzazione*, e già era intervenuto Faraday colla sua nuova concezione, che direi brevemente della *elasticità dielettrica*. Il Righi fece su questo campo dei dielettrici, osservazioni e considerazioni importantissime, dalle quali — lui ancora in posizione ufficiale modesta — fu portato in vittoriosa polemica con un fisico nostrano già situato in alto; e insieme io credo, fu elevato alla Cattedra Universitaria.

Ma la poderosa concezione del Faraday non si limitava al comportamento del dielettrico in sè stesso e per sè stesso. Essa eliminava la inconcepibile *azione a distanza*, in base alla quale un corpo avrebbe agito su di un altro senza alcun intervento di un mezzo interposto.

Più ancora le idee del Faraday avevano portato ad ammettere che l'*etere cosmico*, quel *quid* diffuso per tutto l'universo ed infiltrato anche fra le molecole dei corpi, al quale la teoria del Fresnel attribuiva la trasmissione della luce per *onde*, si comportasse come un dielettrico nei fenomeni elettrici, talchè le forze elettriche fossero dovute a forze elastiche sorte nell'etere. Ed il Maxwell, professore a Cambridge, secondo tali concetti aveva potuto desumere che le fasi proprie dei fenomeni elettromagnetici dovevano cambiar posto nello spazio, ovvero propagarsi con moto ondulatorio e con velocità uguale a quella della luce.

Con ciò sorgeva la teoria elettromagnetica della luce, che rese celebre il fisico dell'Università di Cambridge, e che segnò un gigantesco passo per il progresso scientifico. Essa identificava coi fenomeni elettromagnetici i fenomeni luminosi, e quindi anche i calorifici, ai luminosi ravvicinati dalla geniale e profonda opera del nostro Macedonio Melloni. Dovevano perciò considerarsi onde elettromagnetiche perfettamente analoghe alle onde luminose e calorifiche, e da queste differenti solo per la lunghezza loro e per qualche effetto esteriore, quale ad esempio il fisiologico.

La sintesi o, anche come si diceva, l'unità delle forze fisiche, che da qualche tempo costituiva il sogno di eletti ingegni, appariva teoricamente raggiungibile. Il Maxwell nel costruire la sua teoria aveva messo in evidenza certe eloquenti relazioni fra proprietà ottiche ed elettriche ben constatate nei corpi e che in precedenza si consideravano fra loro del tutto indipendenti; ma per avvalorare l'ipotetico intimo legame fra luce ed elettricità occorreva sperimentalmente constatare la effettiva esistenza di onde elettromagnetiche, e la perfetta analogia fra queste e le onde luminose.

Hertz nel 1887 potè produrre onde elettriche che gli permisero di studiare il modo loro di propagarsi, e di constatare la possibilità loro di riflettersi e di rinfrangersi secondo le note leggi della riflessione e della rifrazione della luce.

Era molto, ma altro ancora ci voleva, e le difficoltà del procedere oltre stavano nella possibilità di realizzare e di constatare vibrazioni elettriche di lunghezza d'onda piccolissima (qualche centimetro o qualche millimetro). Chi riuscì nell'intento fu per buona ventura nostra il Righi. Così egli potè riprodurre colle onde elettriche quasi tutti i più importanti fenomeni dell'ottica, come la interferenza, la diffrazione, la riflessione su dielettrici, la riflessione totale, la polarizzazione circolare ed elittica, la doppia rifrazione, ecc.; e costituire quel nuovo capitolo della scienza che porta la denominazione da lui tanto felicemente introdotta di *ottica delle oscillazioni elettriche*.

Opera di grande lena, di grande ma snella mole, di grandissima importanza filosofica e sperimentale che richiama forzatamente per stretta analogia alla mente quella dalla quale venne illustrato il nome del Melloni.

La memoria relativa è un capolavoro di esposizione e testimonia di una operosità sperimentale acuta, paziente, sicura e completa. Non è fuor di luogo dire che per la forma della esposizione essa ricorda le memorie dei classici della scienza; per la importanza e per l'ampiezza del lavoro sperimentale fa pensare all'opera di Agostino Fresnel.

Col dotare la Fisica di questo nuovo e grandioso e seducente capitolo superando difficoltà di ogni genere, molte delle quali veramente gravi, seppe anche trarre argomento per risolvere la quistione di stabilire quale sia il piano di polarizzazione delle oscillazioni elettriche. Se si ammetteva che le vibrazioni dell'etere, cui son dovuti i fenomeni luminosi, fossero della stessa natura delle vibrazioni elettromagnetiche, si presentava subito il quesito di sapere se la direzione della vibrazione di Fresnel corrisponda alla direzione della perturbazione elettrica o a quella della perturbazione magnetica, o in altri termini di determinare quale di queste due direzioni sia contenuta nel piano di polarizzazione. Prima Trouton e poscia Klemencic avevano affrontato il problema concludendo che nei fenomeni luminosi la vibrazione di Fresnel ha la direzione della forza elettrica, ossia che il piano di polarizzazione è perpendicolare all'oscillatore. Il Righi discusse largamente le loro esperienze e giunse finalmente con elementi di maggiore sicurezza alla medesima conclusione, che cioè la forza elettrica è perpendicolare al piano di polarizzazione. Potè dunque dirsi che, conformemente alla teoria elettromagnetica della luce, la vibrazione di Fresnel è dunque nella direzione della forza elettrica, e quindi le vibrazioni luminose sono vibrazioni elettriche.

A parte il lato teorico, che dire della importanza che tali suoi studi sulle onde elettriche ebbero nel campo delle applicazioni?

Vi farei gravissimo torto, egregi Colleghi, se anche per un momento io mi soffermassi su tale argomento. Voi con vera competenza potreste ricordare a me la circostanza molto significativa che il primo apparecchio del Marconi aveva come elemento essenziale l'oscillatore Righi, mentre poteva avere più utilmente l'eccitatore di Hertz; prova evidente che fu l'opera del Righi ad agire in linea diretta sulla mente del geniale e grande nostro inventore.

Non posso però fare a meno di sottoporre al vostro illuminato giudizio il pensiero che il Righi, come sul sorgere, abbia influito anche sui progressi della radiotelegrafia.

Sino dal 1891 si era fermato sulla sensibilità alle oscillazioni elettriche dei tubi a gas rarefatto ed aveva dichiarato il vantaggio che si sarebbe avuto sostituendo un tubo di tal genere ai coherer che in quel tempo erano di uso comune.

Altri prima di lui aveva utilizzato un tubo a vuoto come rivelatore per esperienze di laboratorio, ma senza pensare ad eventuale applicazione. Il Righi escogitò tubi speciali più semplici, li sperimentò, e tanto li portò alla considerazione dei tecnici da far dire al Tuma che *soltanto con essi tubi del Righi da lui sperimentati sarà possibile* — son sue parole — *telegrafare in modo sicuro entro limiti per i quali sinora ciò riusciva soltanto a costo di prendere ogni precauzione.*

E' troppo pensare che questa parte dell'attività del Righi possa collegarsi coll'uso attuale di tubi a vuoto nella recezione radiotelegrafica?

Ed è troppo pensare che i geniali suoi studi sperimentali sui tubi cantanti a gas rarefatto per cui un tubo speciale contenente gas a debole pressione, messo al posto dell'arco in una disposizione simile a quella di Duddell, diventa centro di oscillazioni possa collegarsi coll'uso attuale di tubi a vuoto nella trasmissione radiotelegrafica?

Ditelo voi o egregi Colleghi, lo dicano quelli fra Voi che hanno sull'argomento maggiore competenza.

Le equazioni del Marxwell che esprimono l'essenza del suo pensiero permisero di rappresentare immediatamente i fenomeni già noti di elettromagnetismo e di ottica, ma conducevano alla previsione, oltre che delle onde elettromagnetiche, anche a quella di un campo magnetico generato dal moto di una carica elettrica. Su questo fatto pure, messo in rilievo sperimentalmente dal Rowland, il Righi intervenne colla consueta lucidità e con largo profitto quando esperienze del Cremieu sembrarono metterlo in dubbio.

Il suo intervento lo condusse anche ad additare all'illustre Tullio Levi Civita un notevole problema che ebbe presto bella, elegante e proficua soluzione.

Parallelamente od interpolatamente agli studi già citati, il Righi si era occupato anche di un altro aspetto dei fenomeni elettrici nei dielettrici: del fenomeno della scarica elettrica, pel quale i dielettrici danno adito, non alla sola azione elettrica, ma alla vera e propria elettricità con processo più o meno distruttore.

In fondo anche gli studi sulle onde elettriche poggiano su tale fenomeno — più precisamente sulla scarica oscillatoria —; ma in essi non se ne prende in considerazione il complesso ed intimo suo meccanismo.

Ogni cosa creata, ha detto Emerson, attende il suo pittore od il suo poeta, come la principessa incantata dei racconti delle fate attende il suo predestinato liberatore.

Le scariche elettriche attendevano nel Righi il loro intelligente ed amorevole signore, che le studiasse largamente e minutamente.

I suoi ampi studi su di esse lo mettevano, mercè la sua intuizione, sulla via maestra di quella forte spinta al progresso della scienza elettrica, che venne data dallo svolgersi dell'ipotesi sulla natura corpuscolare della elettricità e dei concetti di ionizzazione e di convenzione elettrica, secondo i quali la elettricità sarebbe costituita da piccolissime particelle grandi circa la 1800ª parte dell'atomo di idrogeno (che è il più piccolo degli atomi) dette *elettroni*, mentre le molecole materiali possono scindersi od aggrupparsi dipendentemente da determinate azioni e circostanze in masse dette *ioni*, presentanti le une (ioni positivi) i caratteri dei corpi carichi di elettricità positiva, e le altre (ioni negativi) i caratteri dei corpi carichi di elettricità negativa. L'elettricità si trasporterebbe attraverso ai gas mediante un moto ordinato di ioni in maniera analoga e come da tempo si era pensato avvenisse nei liquidi; ed attraverso ai metalli mediante un moto di elettroni.

Dal giorno in cui la scarica elettrica provocata in un gas molto rarefatto mise in luce, colle geniali esperienze del Crookes, la esistenza di una radiazione emanata dal polo negativo o catodo, quanto e quale cammino potè battere la ricerca sagace ed illuminata degli sperimentatori, quanta e quale acqua limpida e fresca passò a dare più vivo rigoglio al già rigoglioso ma pur sempre assetato albero della scienza!

Mentre la bella e quieta luminosità verde di florescenza suscitata dai raggi catodici sul tubo di vetro da essi colpito, e la netta proiezione dell'ombra della croce insieme alle vive e varie colorazioni dei tubi di Geissler, sostituivano nel lato elegante e piacevole delle esperienze elettriche, quelle scariche fragorose diletto di tempi meno raffinati, i dotti studiavano la radiazione catodica. Il Crookes la riteneva costituita da una proiezione di particelle cariche di elettricità negativa e procedenti in linea retta dal catodo. In siffatto concetto tali particelle erano molecole della piccola ed attenuata massa gassosa rimasta nel tubo.

E molecole d'aria apparivano al Righi le artefici delle sue ombre elettriche ottenute operando la scarica da una punta alla ordinaria pressione dell'atmosfera. Non era in questo caso moto rettilineo, perchè in causa delle loro frequenti collisioni con quelle dell'ambiente, le molecole elettrizzate dovevano conservare una velocità sempre assai piccola, e perciò muoversi sensibilmente secondo le linee lungo le quali correva la direzione della forza elettrica anzichè secondo linee rette, come doveva invece accadere nel gas estremamente rarefatto. Ma era moto bene ordinato che si sarebbe mostrato a grado a grado di meno in meno curvilineo col progredire lento della rarefazione dell'aria ambiente sino a quella che ha il gas del tubo di Crookes. Vi fu chi potè pensare ad una natura diversa per i raggi catodici, e li ritenne effetto di ondulazioni eteree.

Il Righi fra opposte idee, fra teorie fondamentalmente diverse, seppe vedere limpidamente subito la giusta interpretazione dei fatti che portano alle suindicate nozioni fondamentali, e la vide non coi più ma coi pochissimi: la vide e la convalidò come meglio potè e come meglio non si poteva. Così è che Giovanni Pascoli nell'Epigrafe sottoposta al busto che amici ed ammiratori offrirono, colla adesione di tutto il mondo scientifico, al fisico Bolognese il giorno della inaugurazione del nuovo Istituto di Fisica da lui portato a compimento nel 1907 e che da lui prenderà il nome, dovè scrivere di quel giorno:

Giorno fausto e felice per la Patria e per la scienza
Aspettanti altro fulgore di gloria
Dalla mente che seppe confermare la stretta parentela
Della luce e della elettricità
E precorse la teoria
Sulla convezione ionica nei gas

Dallo studio delle scariche elettriche il Righi ottenne notevoli risultati anche in tempi più recenti, ed ognuno li può apprendere così dalle relative memorie, come da un libro da lui pubblicato due anni prima della morte ed avente per titolo: *I fenomeni elettro-atomici sotto l'azione del magnetismo.* Oltre all'importanza dei fatti osservati e delle conseguenze teoriche vi si ammirano la grande circospezione e la illuminata prudenza colle quali egli formulava ed adoperava le ipotesi. Così la ipotesi della magnetoionizzazione da lui ideata per spiegare alcuni dei fatti esposti nell'indicato volume, apparisce una conseguenza assolutamente necessaria del suo vasto lavoro sperimentale. Se non si sapesse che ha lavorato la sua intuizione per idearla, e la sua sagacia sperimentale per avvalorarla, si sarebbe condotti a pensare che essa è espressione spontanea della esperienza, parola detta da questa senza sollecitarne e forzarne la testimonianza.

Non posso esimermi dal dirne qualche parola. Quei fisici che ebbero a studiare l'influenza del campo magnetico sulle scariche, si attennero all'idea, che per ispiegare i fatti bastasse prendere in considerazione le deviazioni subite dai ioni e dagli elettroni. Però nel caso del constatato cambiamento del valore del potenziale di scarica sembrò a qualcuno difficile il comprendere come possa il campo esercitare la sua azione prima che la scarica realmente abbia avuto principio. Ma tale obiezione perde valore se si pensa che qualche traccia di ionizzazione sempre esista cosicchè, quando gli elettrodi posseggono opposte cariche, si ha un moto di particelle elettrizzate (dispersione lenta delle cari.

che). L'azione del campo su quel movimento potrà, a seconda delle circostanze o favorire o ostacolare l'intensificarsi di quel processo che conduce all'iniziarsi della scarica.

Però non si tardò a riconoscere che, anche nei casi in cui si fa agire il campo magnetico, solo quando la scarica è già avviata (per esempio quando si studia la influenza del campo sulla differenza di potenziale agli elettrodi oppure sulla intensità di corrente) il tener conto dei cambiamenti di forma delle traiettorie delle particelle elettrizzate non sempre basta a spiegare i fenomeni. Per esempio si può constatare, che il campo magnetico produce in certi casi diminuzione del potenziale di scarica, quando il campo preesiste alla scarica, e diminuzione della differenza di potenziale agli elettrodi quando la scarica è iniziata prima che esista il campo, quantunque le deviazioni dei ioni e degli elettroni avvengano in tal senso da far prevedere risultati inversi. Perciò è giuocoforza ritenere, che il campo magnetico, oltre che modificare le traiettorie, eserciti qualche altra speciale azione.

L'ipotesi della magnetoionizzazione, che il Righi ha proposto per spiegare i diversi fenomeni constatati definirebbe appunto quella seconda maniera di azione del campo magnetico. Il Righi la enunciò una prima volta in modo generico dicendo, che ogni qualvolta l'orbita di un elettrone atomico si trovi opportunamente orientata, in guisa cioè che la forza dovuta all'azione del campo coll'elettrone sia diretta verso l'esterno dell'atomo, l'energia necessaria per separare quell'elettrone sarà minore di quella che occorrerebbe in assenza del campo, ragione per cui la separazione stessa resterà agevolata. L'ipotesi della magnetoionizzazione, più che una causa di ionizzazione, addita dunque una condizione di cose creata dal campo tendente a favorire la ionizzazione per urto. Ma esposta in questi termini l'ipotesi lascia l'adito ad una obiezione; e cioè, come possono esservi atomi nella indicata condizione che favorisce il distacco di un elettrone, altri ve ne saranno nelle condizioni contrarie, pei quali cioè la forza agente sull'elettrone è diretta verso l'interno dell'atomo. Sembrerebbe dunque che i due opposti effetti dovessero compensarsi.

Onde togliere di mezzo questa difficoltà, secondo il Righi, bisogna prendere in considerazione anche l'intera azione esercitata dal campo sugli atomi o sulle molecole del gas o in altri termini la magnetizzazione del gas medesimo.

Secondo le idee generalmente accettate, di ogni atomo fanno parte degli elettroni, che si muovono in orbite chiuse intorno ad un nucleo avente nel suo complesso carica positiva, benchè vi siano motivi per ammettere che anche degli elettroni ne siano parti costitutive. Per formarsi una idea dell'azione esercitata dal campo magnetico sugli atomi giova immaginare, che ogni orbita degli elettroni sia costituita da una corrente di egual forma. La direzione da attribuirsi a tale corrente dovrà essere quella contraria alla direzione del moto dell'elettrone. Si comprende così il comportamento *magnetico* del gas, ossia l'orientazione che il campo tende a dare alle sue molecole. Se l'atomo non contenesse che un unico elettrone satellite, l'orientazione che esso tenderebbe ad assumere sarebbe quella, per la quale il piano dell'orbita (che supponiamo appunto piana per semplificare) diviene perpendicolare alla direzione del campo magnetico, mentre l'orbita stessa è percorsa dall'elettrone nel senso opposto a quello della corrente generatrice del campo medesimo.

Siccome però è verosimile che i vari elettroni separabili di un atomo percorrano traiettorie variamente orientate, così la tendenza verso una determinata orientazione non sarà che un effetto risultante, che eventualmente potrebbe esser nullo per certi atomi. Naturalmente in causa dei moti proprii degli atomi, e delle molecole che essi costituiscono la orientazione imposta dal campo non sarà forse mai, neppure per un istante, raggiunta; cosicchè l'azione della forza magnetica si ridurrà ad una parziale e verosimilmente debolissima magnetizzazione del gas. In altre parole accadrà per gli atomi gassosi ciò che si immagina prodursi nel caso di un corpo magnetico, e cioè la tendenza negli atomi verso una concorde orientazione, ciò che del resto è conforme alla teoria elettronica dei fenomeni magnetici.

Ciò posto si consideri per semplicità che l'orbita di un elettrone di un atomo abbia raggiunto ad un dato istante l'orientazione che il campo tende a fargli assumere, e si consideri la forza magnetica esercitata dal campo stesso sull'elettrone in moto. Ammettendo altresì, sempre per semplificare, che l'orbita sia circolare, e tenendo conto del senso in cui gira l'elettrone, con semplice ragionamento istituito dal Righi si riconosce subito che detta forza è diretta secondo il raggio della traiettoria e verso l'esterno. Essa renderà quindi minore la forza totale che trattiene l'elettrone nella sua orbita, e così resterà diminuito l'ammontare di energia occorrente per staccare l'elettrone, ossia per ionizzare l'atomo. Pur non ammettendo la possibilità di una spontanea ionizzazione prodotta dal campo magnetico (che forse a rigore il vocabolo magnetoionizzazione sembrerebbe indicare, e che d'altronde non si saprebbe dimostrare impossibile a priori) resta dunque dimostrato, che per opera del campo la ionizzazione per urto rimane agevolata.

Questa conclusione vale evidentemente anche nel caso reale, cioè nel caso in cui le orbite degli elettroni non raggiungano l'orientazione imposta dal campo, come pure per il complesso degli atomi del gas esposto all'azione del campo.

Altro argomento di lungo studio per il Righi furono quei fenomeni luminosi, spesso brillantissimi ed a primo aspetto alquanto strani, che si producono specialmente presso l'elettrodo negativo durante le scariche nei gas rarefatti, allorchè forze magnetiche entrano in esercizio. Anche per quest'ordine di fatti cercò di formarsi un'idea concreta atta a darne una spiegazione; e così propose la sua ben nota teoria dei *raggi magnetici*.

Secondo il Righi i raggi magnetici sarebbero raggi ipotetici costituiti dal movimento di traslazione non di semplici elettroni negativi come nei raggi catodici o in certe radiazioni dei corpi radioattivi nè di ioni positivi come nei raggi canali e come in altre radiazioni dei corpi radioattivi; ma di sistemi elettricamente neutri dei quali ciascuno sarebbe costituito da un elettrone negativo o da un ione positivo moventesi l'uno attorno all'altro sotto l'azione della loro reciproca attrazione elettrica, allo stesso modo che i due astri che formano una stella doppia si muovono l'uno attorno all'altro sotto l'azione della loro reciproca gravitazione.

Tali fatti che egli per primo constatò e mise ordinatamente in rilievo furono da lui spiegati con certe rotazioni, alle quali impose la denominazione di *rotazioni ionomagnetiche*, per rammentare le condizioni in cui esse si producono. La loro spiegazione si ricava come una conseguenza di quei cambiamenti di forma delle traiettorie delle particelle elettrizzate, che si mostrarono insufficienti a spiegare i fatti dai quali sorsero la teoria della magnetoionizzazione e quella relativa ai raggi magnetici. Quella conseguenza però da nessuno era stata peranco neppure supposta: ed egli pervenne ad essa, non per via di deduzione, ma per intuizione, nel ricercare una plausibile spiegazione di quelle sue rotazioni.

Ciò che conferisce una importanza speciale ai fenomeni delle rotazioni ionomagnetiche è la circostanza, che trasportando le proprietà inerenti ai gas ionizzati e da esse rivelate, al caso della teoria elettronica della conduzione metallica, si arriva a dare una teoria, che ancora mancava nel quadro dei moderni concetti teorici, atta a spiegare il meccanismo delle forze elettromagnetiche tendenti a spostare i conduttori percorsi da correnti. Ed ecco come:

In causa della forma curva, che sotto l'azione di un campo magnetico assumono le traiettorie dei ioni e degli elettroni in un gas, l'azione risultante dei loro urti sulle pareti del recipiente non è nulla, ma è una coppia ad asse parallelo alla direzione del campo. Per ciò un tubo da scarica si sposta, e precisamente come un conduttore percorso dalla medesima corrente. Gli elettroni liberi entro un metallo daranno origine in modo analogo ai movimenti dei conduttori, attribuiti a forze elettromagnetiche agenti a distanza.

E' ancora viva in molti di noi, egregi colleghi, la splendida conferenza che su questo argomento il Righi ci fece in una nostra riunione annuale a Bologna.

Il meccanismo della conducibilità metallica deve al Righi lavori che hanno preparato e rafforzano nel modo più eloquente le odierne ipotesi elettroniche. Centro delle sue ricerche al riguardo è stato il fenomeno di Hall.

E' ben noto in che cosa consiste questo fenomeno.

In un campo magnetico un conduttore percorso da una corrente normale al campo, quando si tratta di un conduttore in lamina estremamente sottile, si osserva una deviazione delle linee di corrente, talvolta nel senso della forza elettromagnetica applicata alla materia (caso del tellurio, del ferro, del cobalto, dell'antimonio) talvolta in senso inverso (caso del bismuto, del nichel ecc.). E' questo il fenomeno di Hall.

L'attenzione dal Righi portata su di esso gli fa descrivere un nuovo metodo per constatarlo che rende adoperabile una lamina di forma qualsiasi, gli fa scoprire che nel bismuto il fenomeno stesso si manifesta con tanta intensità da ottenerlo colla sola azione del campo magnetico terrestre e con quella di un semplice ago da cucire e certe irregolarità notate nel corso delle sue esperienze su questo argomento gli fanno prevedere una grande influenza del campo magnetico sulla resistenza del bismuto, influenza da lui poi confermata con accurate misure. Sul conto del bismuto dimostrò anche la grande variazione di conducibilità calorifica che in esso produce l'azione del magnetismo e potè scoprire quel fenomeno che alcuni si son finalmente decisi di intitolare a lui consistente nella rotazione delle linee isotermiche per effetto del campo magnetico.

Non è il caso di porre in rilievo l'importanza di tale fatto per la odierna teoria elettronica dei fenomeni termo e galvanomagnetici.

Altra questione magistralmente trattata e dalla quale risultarono forti argomenti in favore delle teorie elettroniche è stata quella relativa al fenomeno magneto-ottico di Kerr.

Chi legga i lavori del Righi sull'argomento prova necessariamente l'impressione di trovarsi di fronte all'opera di un maestro sicuro e profondo.

E' noto che se la luce polarizzata viene riflessa normalmente dalla superficie di uno dei poli di una calamita potente

(questa superficie essendo normale all'induzione magnetica) il piano di polarizzazione ruota di un piccolo angolo. Se la luce polarizzata è riflessa obliquamente, la manifestazione del fenomeno apparisce della stessa natura, ma un poco più complicata. Una modificazione si produce anche se la superficie investita dalla luce polarizzata non è normale all'induzione magnetica, ma parallela.

Tale è il fenomeno di Kerr, che si può definire in generale come una modificazione producentesi nella luce polarizzata quando questa si riflette sulla superficie di uno dei poli di una calamita.

Orbene, il Righi riprende in esame il fenomeno dopo che studiato sperimentalmente sul ferro dal Kerr stesso, dal Gordon, dal Fitzgerald e nel bismuto dal Hurion, il fenomeno stesso aveva suggerito al Fitzgerald speculazioni dalle quali ne era uscita una teoria apparentemente soddisfacente.

L'esame fu condotto con tanta maestria e spinto tanto a fondo da recare un così largo profitto sperimentale e teorico, da poter dire senza esagerazione che ne uscì un nuovo e completo edificio. Verifica e completa le osservazioni del Kerr per l'incidenza normale e per quelle oblique notando, a riguardo di queste, il fatto sostanziale della diversità del modo di comportarsi dei raggi polarizzati o parallelamente o perpendicolarmente al piano di incidenza; esclude, contrariamente alle osservazioni di Hurion, la affermata esistenza del fenomeno nel bismuto; scopre per il ferro la dispersione rotatoria nel fenomeno medesimo; abbatte con elementi recisi e ben persuasivi la teoria del Fitzgerald ed espone con tocchi magistrali una teoria nuova, feconda di leggi nuove, e divinatrice di concetti fondamentali dei tempi più recenti. Esaurita la trattazione del caso della riflessione polare, si rivolge con pari efficacia e con egual fortuna al caso della riflessione sulla superficie equatoriale.

Lo studio del fenomeno Kerr trova un parallelo nelle ricerche relative alla polarizzazione rotatoria magnetica. Nella memoria della velocità della luce nei corpi trasparenti magnetizzati descrisse ingegnosissime esperienze tendenti a dimostrare la verità dell'ipotesi, secondo la quale la polarizzazione rotatoria magnetica si deve alla variazione di velocità per effetto del campo magnetico dei raggi polarizzati circolarmente. Le medesime esperienze toglievano, contemporaneamente, ogni valore alla ipotesi secondo la quale l'azione del campo magnetico, in quanto a rendere diversa la lunghezza d'onda dei raggi circolari opposti, nei quali si decomporrebbe il raggio incidente, si farebbe sentire sul periodo.

Allo sviluppo della teoria elettronica che ha ormai pervasa la fisica tutta, il Righi contribuì anche cogli studi suoi sul fenomeno Zeeman, scoperto nel 1896 da questo fisico, non ostante precedenti tentativi infruttuosi del Faraday, e ciò in seguito alla previsione fattane teoricamente dal fisico olandese Lorentz suo maestro. Si sa bene come questo fenomeno consista in un effetto del campo magnetico su una sorgente monocromatica e precisamente in ciò che il periodo delle vibrazioni della sorgente è modificato quando questa sia situata in un campo magnetico.

L'importanza grande di questo nuovo fenomeno rese subito il Righi impaziente di osservarlo e di studiarlo. Trovandosi però nella impossibilità di far ciò per deficenza di mezzi sperimentali, immaginò un nuovo ed ingegnosissimo metodo atto a porlo in rilievo, anche coi mezzi modesti dei quali disponeva. Un raggio di luce polarizzata da un nicol passa attraverso alla fiamma posta nel campo magnetico e viene osservato attraverso ad un nicol incrociato col primo.

E' ben vero che per tal modo la osservazione sua, riferendosi a luce polarizzata anzichè a luce naturale, per l'intervento di una rotazione delle vibrazioni delle quali le lunghezze d'onda son vicine a quelle delle radiazioni assorbite, si potè pensare che questa rotazione costituisse la causa principale della apparizione della luce; ma, come il Righi ebbe ad indicare e a dichiarare, la sua esperienza non permetteva di scoprire il fenomeno di Zeeman solo, bensì in modo semplice e sensibile l'esistenza di un fenomeno meno semplice, vale a dire del fenomeno Zeeman colle rotazioni, più o meno sensibili, delle vibrazioni che l'accompagnano forse sempre.

Non sto a ricordare il lungo e proficuo intervento sperimentale richiamato dal Righi su questa via.

Dirò piuttosto come egli, appena potè avere un buon reticolo di Rowland e fu messo così in possesso dei mezzi per la osservazione diretta del fenomeno Zeeman, si accinse con profitto a questa osservazione ed allo studio più generale del fenomeno, sino allora studiato teoricamente e sperimentalmente, soltanto nei casi particolari della luce emessa parallelamente alle linee di forza magnetica e della luce emessa trasversalmente.

Relativamente al fenomeno Zeeman interloquì anche a proposito della interpretazione cinematica che di esso aveva indicata il Cornu. Nè posso tacere che in modo indiretto sull'argomento del notevole ed interessante fatto magneto-ottico aveva portata la sua indagine sperimentale anche prima che questo fosse stato rivelato.

La teoria elettromagnetica sulla luce gli aveva difatti suggerito, sin dal 1883, la ricerca di effetti magnetici per parte di luce polarizzata circolarmente, ed in particolare il problema della produzione di un campo magnetico per opera di un raggio luminoso polarizzato circolarmente; il che sin da allora lo avrebbe condotto ad un fenomeno in certo modo reciproco di quello di Zeeman. La sua indagine però non dette risultato positivo.

Nel 1899, dopo la scoperta del fenomeno di Zeeman, il Fitzgerald emise l'opinione che un raggio polarizzato circolarmente, passando attraverso ad un gas fortemente assorbente, possa renderlo magnetico in grado apparente. Il Righi avendo scoperto col suo metodo speciale di osservazione, già indicato, che esistono corpi assorbenti i quali anche alla temperatura ordinaria consentono col metodo geniale da lui scoperto la osservazione del fenomeno inverso di Zeeman, quali il vapore di ipoazotide e quello di bromo, pensò di valersene per ripetere la ricerca, ma non ebbe risultati migliori di quelli ottenuti in precedenza. Conclude quindi che se il gas si magnetizza sotto l'azione di un raggio solare polarizzato circolarmente, l'intensità di magnetizzazione non deve essere alquanto inferiore a 10^{-6} (C. G. S.).

Nel campo della elettro-ottica il Righi fu il primo a pensare e a sostenere validamente che sotto un'azione delle radiazioni ultraviolette si partono dai corpi elettrizzati negativamente delle particelle cariche di elettricità negativa, studiando le traiettorie da esse percorse. Fu pure il primo a trovare che sotto l'azione delle medesime radiazioni ultraviolette corpi elettricamente neutri si caricano positivamente; fatti questi dei quali l'importanza è veramente alta per la teoria e per le applicazioni.

Ed a queste ricerche si ricollega un suo geniale metodo di misura delle forze elettromotrici di contatto, ben noto anche per la applicazione che egli stesso ne fece alla misura di una forza elettromotrice di contatto da lui scoperta fra selenio illuminato e selenio oscuro.

Il tutto poi rientra nel suo ampio studio dei *fenomeni elettrici provocati dalle radiazioni*. Al qual riguardo, e per brevità, diremo che le sue osservazioni portarono all'intervento di tutte le radiazioni, tanto di quelle ondulatorie come i raggi X, i raggi ultravioletti, i raggi luminosi, quanto quelle corpuscolari come i raggi del radio; e che i fenomeni prodotti od influenzati fossero i più vari.

Queste ricerche lo occuparono dal 1888 sino agli ultimi anni; e si può ben dire che la fotoelettricità, pur considerata nel senso più ampio, va debitrice a lui di contribuzioni sostanziali e notevoli, assai più di quelle che, complici gli scherzi singolari della fama, hanno consacrato alla storia della fisica in vari rami di attività certi nomi di assai minore valore.

In uno studio sulle cariche elettriche acquistate dai corpi colpiti dai raggi del radio, riesce sin dal 1905 a stabilire che la emissione dei raggi secondari è tanto più abbondante, quanto più grande è il peso atomico del corpo messo in esperienza, relazione importantissima che era stata indicata da Mac Clelland, ma con esperienze di altro genere eseguite su pochi metalli.

Per terminare la rapida mia rassegna di quanto il Righi ha fatto sugli argomenti intimamente collegati al fondo filosofico della scienza ed a quelli che con essi son più o meno direttamente connessi accennerò agli ultimissimi suoi studi sulla esperienza di Michelson.

Le ardue e più difficili quistioni attinenti a quella teoria della relatività che sembra voler sconvolgere le basi della nostra scienza, e che è argomento di vigile attenzione da parte dei più eminenti fisici e fisici matematici d'oggi, lo ebbero sagace studioso in questi ultimi tempi di sua vita. Come frutto di questi studi egli seppe dare un forte colpo di mazza ad un'esperienza che era stata un punto di partenza della teoria della relatività, ed alla quale si erano inchinati ormai tutti i fisici di tutto il mondo: la celebre esperienza di Michelson. Pochi giorni prima di morire, su questo argomento parlava ad una seduta della Accademia delle Scienze per decidere un dispositivo sperimentale atto a sostituire correttamente quello del fisico americano.

Oltre ai lavori che toccano argomenti specifici direttamente collegati alle vie maestre del progresso e della scienza, diciamo così in corso di svolgimento, molti e molti altri gli dobbiamo su tutti gli argomenti della Fisica. Richiamerò rapidamente gli studi più notevoli fra quelli che non ho ancora citati.

Nel campo dell'ottica realizzò il fenomeno dei battimenti luminosi in due modi:

1°) Col produrre delle frangie di interferenza in movimento, facendo agire l'uno su l'altro due raggi i cui numeri di vibrazione, da uguali che fossero, si modificassero diversamente.

2°) Col produrre anelli di Newton in movimento mediante la rotazione di una mica mezz'onda, opportunamente disposta in un ingegnoso sistema sperimentale.

Osservò interessanti e brillanti fenomeni dovuti a reticoli incrociati. A qualche recente obiezione mossa ai ragionamenti sui quali si basa l'interpretazione di tali esperienze egli seppe vittoriosamente rispondere (Phys. Zeitschr, 1910).

Riguardo alla polarizzazione rotatoria, eseguì importanti studi che condussero ad una magistrale discussione sulla nota ipotesi del Fresnel invocante la doppia rifrazione circolare.

Ideò un polarimetro a penombra, mediante il quale si può variare a volontà l'angolo dei piani di polarizzazione nelle due metà del campo di visione, così da consentire l'adattamento dell'apparecchio alle varie intensità luminose e a porlo nelle condizioni di massima sensibilità.

Nel campo della acustica merita ricordo, un apparecchio semplice e ingegnoso (1892) per l'interferenza delle onde sonore, che è di forte sussidio nell'insegnamento, come lo sono i pendoli ben noti per le composizioni delle vibrazioni parallele e ortogonali.

Entusiasta di Helmoltz ne studiò con particolare interesse tanto l'ottica quanto l'acustica fisiologica, e da questo studio ebbero ad usufruire con vero godimento sempre coloro i quali ne ascoltarono le lezioni che nel suo corso di fisica sperimentale faceva ogni due anni su tali argomenti.

Ma esso fu anche fecondo di nuove ricerche originali o di opportuni chiarimenti.

Si leggano le sue memorie sulla visione stereoscopica e quella sulla teoria della stereoscopia, che comprende anche una completa trattazione analitica e geometrica relativa alla visione con due occhi, fonte a sua volta di due nuovi teoremi di geometria proiettiva, e si pratichi l'uso del suo polistereoscopio nella sua forma primitiva od in quella modificata, per convincersi della profondità e della genialità grande che seppe portare anche su tale argomento.

Tutto lo studio condensato e schematizzato per lezioni di corso porta gli scolari alla palmare e schiacciante evidenza della teoria della visione binoculare.

L'elettrometria riceve da lui l'ingegnoso elettrometro ad induzione e il notissimo elettrometro idiostatico per alti potenziali, senza contare che per lui la bilancia di Coulomb risorge in un sensibilissimo apparecchio di misura per radio-attività.

Nel campo del magnetismo ha pubblicato varie note memorie. Basta citare la memoria letta alla Accademia di Bologna il 20 Maggio 1880 nella quale fra i numerosi fatti di osservazione riferiti si ha il seguente: « Il momento magnetico temporario che acquista una sbarra di acciaio per una data intensità della corrente magnetizzante è maggiore se, anzichè direttamente, si giunge a quel valore dell'intensità partendo da una corrente più forte, e ciò quand'anche le variazioni d'intensità siano sempre graduali ». E il fenomeno di isteresi ordinariamente attribuito al Warburg sebbene questi lo rendesse noto solo verso la fine del 1880.

Ma se le maggiori sue ricerche costituiscono delle pietre miliari, dei decisi passi innanzi sulla via del progresso scientifico, quanto interesse suscitano anche le minori! Quanto può da esse apprendere il fisico che voglia migliorare sè stesso! Quante belle doti lasciano trasparire nel loro autore!

E' un osservatore che spreme coll'intelligente e variato e talvolta difficile esperimento la riservata natura, che raccoglie fatti e notizie e descrive, noncurante del collegamento immediato.

Vien fatto di pensare a quanto scriveva Keplero nella prefazione al suo « Armonie del mondo ». « Il dado è gettato; scrivo il mio libro; sia letto dall'età presente o dalla posterità non m'importa; potrà aspettarne il suo lettore. Dio non ha egli atteso seimila anni un contemplatore della sua opera? »

Di tanto in tanto sembra riposarsi, mi sia lecito dir così avuto riguardo alla sua produzione maggiore, col ripetere esperienze nuove e vecchie e gli succede spesso di correggere le conclusioni delle prime e di allargare quelle cognizioni sulle seconde che parevano, ai più, indegne di ulteriore esame.

Così dimostra insussistente il fenomeno annunciato dal Jamin della concentrazione di una soluzione magnetica al polo di una calamita; rivela la causa del noto comportamento elettrico delle bolle di Canton, studia la formazione dell'albero di Marte ottenendone formazioni crescenti a vista d'occhio e simili.

Così con interessanti osservazioni sul radiometro di Crookes è portato fra altri a mettere fuor di dubbio che al moto del mulinello corrisponde un moto di reazione dell'involucro dell'apparecchio. E sperimentando col tubo di Braun di recente scoperto trova modo di semplificarne l'uso, e di osservare in esso nuovi e singolari fenomeni.

Strada facendo, lungo il percorso della sua via maestra, scopre e pratica nuovi metodi fotografici, enuncia teoremi di geometria proiettiva, indica un nuovo metodo di calibrazione dei fili, addita un artificio sperimentale sulla preparazione di lamine sottili di vetro presentanti gli anelli di interferenza, che semplifica l'esecuzione di una nota esperienza di Kohlrausch, rende osservabile nel suo insieme la propagazione delle onde fra i due fili dell'esperienza di Lecher, tendendoli sopra un'asta di vetro su cui era stata incollata della polvere di zinco, cosicchè si ha una illuminazione con minute scintille in corrispondenza dei venti, riconosce e studia la polarizzazione rotatoria magnetica del cloro.

Mente viva e luminosamente intuitiva aveva come spiccata caratteristica quella di vedere chiaro e netto nelle quistioni grandi e piccole. Forse il principale fattore del suo successo, quello che lo guidò anche nei modelli da seguire, fu quella sua mente limpida e diritta, che ebbe in ogni momento vivo il culto della chiarezza e del buon senso. Questi due elementi, pur così semplici e naturali, non accompagnano troppo spesso l'opera di chi coltiva la scienza; ed è grave jattura.

La realtà lo seduceva innanzi tutto, e non consentiva l'applicazione delle sue facoltà mentali, nè la sua attenzione pur modesta, a ciò di cui non sapesse afferrare una qualche utilità, una qualche efficacia in pro della scienza solita alla quale si era votato. Questo abito, portato nel campo della vita comune, lo fece talvolta apparire a chi non lo conosceva intimamente, troppo incline al culto del proprio io. Ma era severità eccessiva. Ribelle alla assimilazione passiva di concetti che non possedessero la chiarezza propria della sana e viva luce, era nemico giurato in sè e negli altri delle novizie indigerite, e sapeva con semplice disinvoltura confessare ciò che per avventura non gli fosse dato di comprendere nettamente.

Quanti che lo avvicinarono ebbero da lui il beneficio di un po' di immunità dagli attentati del vacuo e dell'oscuro; e delle seduzioni di quei concetti antinaturali che fioriscono purtroppo non di rado in certe aiuole speculative della bella e perspicua nostra Fisica.

Il Righi, genuino e forte scienziato, come tutti coloro che in ogni tempo seppero eccellere per merito reale, non concepì, non disse e non scrisse mai nulla che non avesse nel sommo grado gli attributi della limpidezza adamantina. Lo sa bene chiunque ebbe la possibilità di ascoltare le sue lezioni di una semplicità perfetta, lo sa chi ebbe la buona ventura di assistere a conferenze sue intorno a qualche argomento nuovo e difficile della scienza, che gli sarà apparso invece limpido e piano, lo sa chi ha letto qualche suo libro di alta divulgazione, come ad esempio *la moderna teoria dei fenomeni fisici*, subito tradotto in diverse lingue, modello insuperabile e direi quasi inimitabile di quel che deve essere una trattazione sintetica e facile di un tema per natura sua ampio e difficile.

Il suo stile serrato, chiaro e preciso, ordinariamente facile, senza alcuna pretesa, è calmo e sereno, ha più energia potenziale che calore, più precisione che immaginazione, più nobiltà che grazia; ma ha di tutto un po' nella più giusta proporzione. Ammiratore delle matematiche delle quali faceva spesso, per non dire costantemente ma dei pari sobriamente, uso nei suoi lavori; non nascondeva una certa diffidenza per l'eccessiva intromissione, che nel campo teoretico talvolta se ne fa, a forzare il fecondo strumento delle ipotesi. Perchè gli pareva che in sì fatta forma abusata, con esse si possa dire, quasi su tutto, tutto ciò che si voglia. E' difficile esprimere con quale amore, con quale devozione con quale orgoglio di averlo a maestro, i numerosi frequentatori delle sue lezioni, ripagassero la cura colla quale egli esponeva loro gli argomenti del suo corso. Lo conoscevano solo per averlo visto sulla Cattedra, non ne conoscevano certo quella sua produzione scientifica che lo rendeva celebre nel mondo, molto più che, novellini nell'ambiente universitario, forse anche mal sapevano che cosa fosse produzione scientifica; eppure sentivano in lui e nel suo insegnamento un qualche cosa di grande, di paterno insieme e di nobilmente bonario, che ne conquistava il loro affetto e la loro devota ammirazione. Era forse la fama del suo nome ripetuto spesso con onore e con rispetto dai fogli e dalle Gazzette? Assolutamente no. Basta anche poca conoscenza del generoso e simpatico mondo giovanile che frequenta le nostre Università, per sapere che esso ha un istinto sano nel giudicare i maestri e si appiglia ad argomenti solidi che difficilmente traggono in inganno. Era il fascino che ne veniva da una delle sue produzione: la lezione. E la lezione universitaria è forse — checchè se ne dica — la produzione integrale di professore e di scienziato.

Anche le lezioni di magistero erano una delizia per gli ascoltatori e spesso, anche per lo stesso paziente, cioè per l'incaricato della conferenza; in quanto egli con finezza grande e con somma piacevolezza durante la esposizione, di solito preparata su viete falsarighe, faceva man bassa di certi ragionamenti pseudo-rigorosi che sono entrati in modo quasi corrente nel nostro insegnamento medio. Veniva fatto di pensare a quegli esilaranti saggi dell'antifisica che, dall'insegnamento elementare della Fisica dei suoi tempi, il D'Alembert aveva concepito e nella quale si sarebbe spiegato e dimostrato, con ragionamenti non meno plausibili di quelli della scuola, precisamente il contrario della verità.

Adempieva con energia sobria e calma alla direzione del suo Istituto, senza mai ricorrere a mosse autoritarie irate, anche se in alcuni — del resto rarissimi — casi, qualche ragione potesse avere. Nè tenne mai alla dignità di Direttore come non tenne a quella di Professore universitario. Il grado per lui non conferiva valore alla persona. Alla persona per converso imponeva forti doveri di rendersene degno.

Nel patrio consiglio, dove i suoi concittadini vollero che sedesse di buona ora, nel senato, del Regno, in Commissioni ed in Congressi nazionali ed internazionali portò spesso con pubblico discorso o col privato ed amichevole suggerimento tutto il tesoro del suo raro equilibrio mentale, tutto il bene che ne poteva derivare da quella prontezza di spirito e da quella grande facilità colla quale sapeva cogliere il punto essenziale di ogni questione. Pur conscio della sua posizione sociale e del suo valore, alla guisa di un altro grande che illustrò l'Università Bolognese, Gio-

suè Carducci, si mostrava pieno di timido rispetto per chiunque avesse titolo di legittima autorità. Ed affabile e famigliare era con quelli di umile condizione che avessero ad avvicinarlo, cosicchè dai suoi colloqui pieni di semplicità e di dolcezza, sebbene rari, traevano grande piacere. Per tal modo seppe legarsi l'affetto dei dipendenti. Amicizie intime ebbe per sè, e per la famiglia, pochissime, quasi che per mantenerle strenue e veraci ed intense, non volesse troppo disperdere quel senso di affezione che deve alimentarle. Ebbe peraltro la fortuna di legare a sè una nobile Signora dalla quale sino alla morte nulla mai venne a separarlo nè un'idea nè un sentimento; che gli crebbe due figlie ed un figlio veramente esemplari e che nella unione intima con lui di pensieri e di affetti gli dette la gioia di una famiglia amorevole e profondamente unita.

Affabile e loquace quando occorreva, fece in generale moderato e parco uso di parole. A ciò si deve forse ascrivere anche la lodevole lontananza nella quale sempre si tenne dai vari convegni mondani. Frequentò il Teatro e la Musica per sentimento d'arte e per diletto, ma con molta moderazione. Trovò facile e leggero svago nelle rappresentazioni al Cinematografo. E Bologna tutta ricorda — per la quotidiana sua frequenza a tali modesti spettacoli — gli scoppi frequenti, ma sempre composti, della sua sana ilarità.

D'animo come di mente, diritto, dimostrava senza troppi veli la noncuranza a coloro che non stimava, anche se in alto saliti per vento favorevole; e da taluno fu perciò riputato sostenuto e superbo. Nemico acerrimo della prepotenza e della inframettenza, non tollerò l'abuso dell'ingegno, della parola e della posizione. Si elevò, quando occorse, solenne, sebbene calma e pacata, la sua opposizione; la quale poteva irritare nel momento per la grande forza ma doveva poi negli animi retti suscitare resipiscenza e sano giudizio.

Era in lui un forte e vivo desiderio di perfezionamento continuo. Perfezionamento di sè e dei mezzi usati nella sua vita di ricercatore. Era in lui un amore generale dell'ottimo, che lo fece essere accuratissimo nei suoi studi, nelle sue indagini e nelle sue azioni in genere. A siffatto senso dell'ottimo, a siffatta cura per raggiungerlo in ogni cosa si deve se riuscirono classiche le sue disposizioni classiche e classica fu, se così può dirsi, la sua vita.

E pur sapeva che studiandosi di far sempre meglio non arrivava a confondere gli avversari — egli pure ne ebbe — nè ad avvicinare vieppiù gli amici e fautori suoi. La dura esperienza insegna che a quella maniera i nemici acuiscono la inimicizia e gli amici diventano gelosi. Ma si è che egli lavorava e studiava non per gli amici nè per i nemici. Lavorava e studiava per la scienza.

E la scienza egli l'amava non per interesse, non per ambizione, sebbene umanamente sensibile al riconoscimento dei suoi meriti; nè per altri fini. Amava la scienza per la scienza che fu sua precipua occupazione, cagione di intimi compiacimenti, argomento di consolazione e di conforto; tanto che nei momenti difficili e nelle amarezze che anche a lui non mancarono, trovava in essa quel sollievo e quella calma con la quale gli studi ricambiano amore a chi li coltiva con verace affetto. Poichè è pur vero, ed è misura altamente provvidenziale, che scienza e scienziato vivono spesso in corrispondenza di amorosi sensi, per cui l'una è larga di bene all'altro se le sia rettamente fedele, e l'altro ne raddoppia quasi per gratitudine il proprio zelo scientifico.

Improvvisa fu la morte, avvenuta nelle prime ore dell'8 Giugno 1920. Improvvisa ma non inattesa per chi gli era vicino col cuore, e sapeva di qual male era minato, e non poteva lasciarsi illudere da quel suo aspetto, di consueto apparentemente florido. Fu uno schianto per tutti. Chi parla ebbe il triste, ma pur caro privilegio di ascoltare sin da pochi momenti dopo la morte i primi e più spontanei rimpianti di amici, di colleghi, di dipendenti, di cittadini preclari, di umili; poi le voci lontane; poi l'accoramento di chi venne da lontano a rendergli l'ultimo tributo; ed ebbe esatta la percezione del grande vuoto.

Signori, Augusto Righi non ebbe quella fortuna che fisici dei tempi andati, meno completi e anche meno organici di lui, ebbero, di aprire con una scoperta clamorosa qualche nuovo campo alla attività umana, o di incontrare attraverso le belle e laboriose ricerche sue qualche legge semplice che ne raccomandi il nome in una esposizione schematica della scienza e lo faccia apparire di prim'achito quello che è realmente, un pioniere.

Ma — se ben si pensa — tutte le vie battute, progredendo, dalla sua scienza nel tempo in cui egli visse, lo ebbero, pel mirabile suo intuito, all'avanguardia. Pareva soccorso da una bacchetta divinatoria. Sentiva per virtù naturale e con semplicità sorprendente l'azione attrattiva del progresso. Per questo fu grande.

E la nostra Associazione, che sebbene tecnica, sente vivo ed intimo il legame colla scienza pura e ancora ricorda la limpida e sapiente parola di lui, deve iscrivere il suo nome fra quelli suoi tutelari.

Nessuno di noi possa dire:

Rien ne manquait à sa gloire, il manquait à la nôtre.

Notizie delle Sezioni

SEZIONE DI ROMA.

Il 19 dicembre u. s. presso la Sede dell'Associazione Elettrotecnica Italiana, il socio *Cav. Aurio Carletti*, ha tenuto una interessante conferenza sul « *Servizio delle intercettazioni telefoniche durante la guerra* ».

Erano presenti: il Presidente Del Buono ed i soci prof. Di Pirro, comm. Giovannoni, comm. Marchesi, Dr. Palazzolo, comm. Lattes, prof. Revessi e Bordoni, Ferrara e molti altri di cui ci sfugge il nome.

Il conferenziere che, quale Ufficiale del Genio, ebbe tanta parte nella organizzazione dell'importante servizio in zona di guerra, ha accennato brevemente al modo con cui sorse detto servizio; è passato poi a descrivere tutti i dispositivi e gli apparecchi adoperati per numerosissimi impianti sul nostro fronte, illustrandoli con interessanti proiezioni, ed ha esposto infine i brillanti risultati ottenuti presso la ex seconda Armata, di cui egli fece parte.

Ha chiuso accennando fugacemente alla meravigliosa opera svolta durante la guerra dalla gloriosa Arma del Genio.

La conferenza è riuscita interessantissima, specialmente per alcune rivelazioni importanti che l'oratore ha fatto circa la preparazione dell'offensiva austro-tedesca sul nostro fronte nell'autunno 1917, ed è stata ascoltata attentamente e calorosamente applaudita dai presenti.

Il testo della comunicazione, già tenuta in occasione del Congresso di Roma, sarà pubblicato in uno dei prossimi numeri.

★

SEZIONE DI MILANO.

Nel pomeriggio di domenica 23, buon numero di soci, guidati dal Presidente Prof. Rebora, visitarono l'esposizione di cucine elettriche, di cui parliamo in altra parte del giornale e poterono assistere ad interessanti esperimenti di cottura di cibi diversi.

★

Il 16 corrente, cessava improvvisamente di vivere, a Milano in età avanzata, ma ancora sulla breccia il

Sen. Prof. GIUSEPPE COLOMBO

Dell'Uomo illustre che fu fra i pionieri delle applicazioni elettriche in Italia, che fu il secondo Presidente generale della nostra Associazione, si dirà più degnamente in altra occasione. Il nostro Presidente generale Prof. Ferraris ha partecipato alle imponenti esequie che seguirono il 19 corrente ed ha portato all'Estinto il saluto dei Consoci; tutte le Sezioni hanno inviato telegrammi o si sono fatte rappresentare alla cerimonia; ma l'A. E. I. non mancherà di commemorare ancora, come si conviene l'insigne Tecnico ora scomparso.

Noi intanto associamo la nostra alla voce del generale cordoglio, rinnovando alla Famiglia le più sentite condoglianze.

TEDESCHI GIOVANNI FU GIOVANNI, *gerente responsabile* ARTI GRAFICHE VARESINE - VARESE

VOL. VIII (XXV degli Atti) 5 Febbraio 1921 N. 4

L'ELETTROTECNICA

GIORNALE ED ATTI DELLA

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

REDAZIONE ED AMMINISTRAZIONE: VIA SAN PAOLO, 10 - MILANO - TELEFONO N. 20-86

REDATTORE CAPO: A. BARBAGELATA - REDATTORI U. BORDONI - M. SEMENZA - G. VALLAURI

È GRADITA LA COLLABORAZIONE DEI LETTORI - GLI ARTICOLI DI INTERESSE GENERALE ACCETTATI DALLA REDAZIONE SONO COMPENSATI

I MANOSCRITTI NON SI RESTITUISCONO

La fondazione "Esterle".

Abbiamo a suo tempo dato sommaria notizia dell'iniziativa promossa dal Prof. Motta, Consigliere delegato della Società Edison di Milano, per raccogliere fra le Società esercenti imprese elettriche ed affini una cospicua somma da devolversi ad incremento degli studî e delle industrie elettriche in Italia, a memoria ed onore dell'Ing. Carlo Esterle che fu per tanti anni il vero spirito animatore della Società stessa. La nobile iniziativa è ormai giunta felicemente in porto e la *Fondazione Esterle* è oggi un fatto compiuto. Come il lettore rileverà scorrendo lo Statuto della nuova fondazione, che riproduciamo integralmente in altra parte del giornale, ci troviamo veramente di fronte ad uno di quegli atti di generoso civismo che onorano il Paese ove si compiono, e che è uso comune di esaltare, quando ce ne giunge notizia dall'estero, senza tenere sufficientemente conto delle diverse condizioni economiche dei diversi Paesi. La cospicua somma raccolta, di un milione e duecentomila lire, assicurerà al nuovo Ente un reddito annuo di più che 60 000 lire, il quale oltre assicurare le 100 000 lire del « premio triennale Esterle » permetterà molte altre utili iniziative al Consiglio di Amministrazione della Fondazione.

Col più vivo piacere possiamo in proposito rilevare la considerazione sempre maggiore in cui è tenuta la nostra Associazione. Dei sette membri che formeranno il Consiglio di Amministrazione del nuovo Ente, due saranno infatti eletti dal Consiglio Generale della nostra A. E. I., due dall'A. E. I. E. e due dalla Edison, mentre il settimo, il Presidente, sarà di diritto il Direttore *pro tempore* del Politecnico di Milano. L'Associazione nostra viene così a partecipare direttamente ad un'iniziativa che dovrebbe avere una notevole influenza sull'avvenire dell'elettrotecnica nel nostro Paese. Il premio triennale « Carlo Esterle » di ben centomila lire costituisce infatti già oggi, pur nell'attuale deprezzamento del danaro, un notevole incentivo a studî, ricerche e iniziative industriali; e più lo sarà in avvenire, se, come giova sperare, potremo quanto prima avviarci verso un maggior equilibrio monetario. La forma indeterminata data all'oggetto del premio e le norme che disciplinano la sua assegnazione, lasciando la massima libertà d'azione alla Commissione giudicatrice dei concorrenti, consentiranno inoltre il più largo campo d'azione alla veramente benefica istituzione. Anche nella Commissione giudicatrice, di sette membri, l'A. E. I. sarà direttamente rappresentata da un suo eletto, e indirettamente ancora dal commissario, che verrà nominato dal Consiglio di Amministrazione di cui abbiamo detto più sopra.

Il primo triennio scadrà il 31 dicembre 1922 ed entro tale termine dovranno pervenire al Consiglio della Fondazione le domande degli Italiani che intenderanno di concorrere alla prima assegnazione; il giudizio della Commissione giudicatrice dovrà essere pronunciato entro il 30 Settembre del successivo 1923.

Pubblicando queste notizie non possiamo che rinnovare il plauso più incondizionato ai promotori della nobilissima iniziativa ed agli amministratori delle Società che concorsero alla creazione del fondo, augurandoci che la genialità e l'operosità degli studiosi e dei tecnici Italiani possa degnamente corrispondere agli altissimi scopi della « Fondazione Carlo Esterle ».

L'accumulazione dell'energia mediante l'aria compressa.

Fu facile profezia il prevedere che la comunicazione sul sistema Cristiani sarebbe stata seguita da un'ampia discussione. Dopo la critica di un valente tecnico « generico » come l'Ing. Brandi, abbiamo oggi quella di un altrettanto valente tecnico « specifico », di un costruttore di locomotive a vapore: l'Ing. DEGOLA. Egli analizza tutto l'aspetto economico della questione, studiando particolarmente, con criteri prettamente costruttivi, il problema dei tender-serbatoi, e giunge alla conclusione che la trasformazione delle nostre ferrovie col sistema Cristiani — trasformazione che, secondo lo stesso inventore, avrebbe dovuto avere carattere di transizione — importerebbe una spesa pressochè uguale a quella richiesta dall'elettrificazione. Non sta a noi di pronunciare giudizi; ci piace invece rilevare l'affermazione di questo costruttore di locomotive a vapore, che l'elettrificazione delle ferrovie debba essere il grande scopo a cui — allo stato odierno della tecnica — devono continuamente tendere i tecnici Italiani.

Dopo di che, poichè sulla fine del suo discorso, l'Ing. Degola ci muove indirettamente appunto per aver pubblicato lo studio del Ferrero sul sistema Cristiani, ci permettiamo di dissentire, su questo particolare, completamente da lui. Quand'anche lo scritto del Ferrero non fosse stato il testo di una comunicazione al Congresso annuale dell'Associazione, noi l'avremmo accolto con piacere. Un giornale tecnico deve evitare solo di pubblicare deduzioni e proposte che siano conseguenza di errori tecnici o scientifici: e in proposito crediamo di aver sempre vigilato col massimo scrupolo. (Potremmo citare casi di scritti che furono da noi respinti perchè fondamentalmente errati dopo lunghe discussioni cogli autori e che nonostante il vizio di origine, trovarono poi ospitalità in importantissime riviste straniere). Ma quando un'idea è tecnicamente e scientificamente corretta, ed il suo più o meno grande valore pratico dipenda solo dalla valutazione di determinati coefficienti o da fattori economici, noi pensiamo che una ampia e seria discussione sulla stampa tecnica sia più che utile, necessaria, per preparare il substrato a quella più ampia discussione fra i profani e sulla stampa politica che l'originalità dell'idea potesse eventualmente suscitare.

Nel caso particolare, non crediamo ancora giunto il momento di « tirare le somme »; ma siamo convinti che è bene che l'egregio Ing. Degola abbia avuto occasione di esporre così lucidamente le sue serrate argomentazioni.

★

L'Ing. MAUCERI prende intanto in esame l'applicabilità dell'aria compressa all'accumulazione giornaliera dell'energia nelle centrali, giungendo alla conclusione, che in casi determinati e per centrali isolate, di potenza modesta, la cosa sia economicamente possibile. Ma giustamente egli fa rilevare, come già il Degola, l'importanza del rendimento nell'accumulazione dell'energia. Dato che la fonte prima dell'energia accumulabile non è, disgraziatamente, inesauribile, è indispensabile evitare quanto è possibile ogni spreco; ed a noi sembra invece che, nei procedimenti industriali in genere, non si dia alla questione del rendimento un'importanza pari a quella che si dà alle spese di impianto. Ora sta il fatto che le spese di impianto finiscono prima o poi coll'essere ammortizzate (non mancano fortunatamente da noi esempi di grandi centrali idroelettriche valutate nei bilanci a... una lira, per memoria!) mentre le conseguenze di un cattivo rendimento (che sia intrinseco al procedimento industriale e non dipenda da imperfezioni dei singoli organi che si possono migliorare nei successivi, inevitabili rimaneggiamenti) si scontano per tutta la durata dell'industria.

Se ora teniamo conto dell'elevato rendimento della trasmissione elettrica dell'energia, chiaro appare come oggi la miglior forma di accumulazione sia ancora quella idraulica degli impianti a serbatoio, quando essa sia naturalmente integrata da un sempre più perfetto collegamento delle centrali e delle reti di distribuzione. E fortunatamente su questa via il nostro Paese si è da tempo e per il primo, incamminato, cosicchè non resta che sviluppare e perfezionare quanto già si è fatto.

La sospensione dei motori nelle locomotive elettriche.

Un altro competente in materia di trazione, l'Ing. CAMINATI, tratta oggi di questo particolare argomento da un punto di vista esclusivamente costruttivo. Si tratta di uno di quei lavori necessariamente poco brillanti, ma che interessano molto un limitato gruppo di tecnici e che noi vorremmo vedere più frequenti nella nostra letteratura.

LA REDAZIONE.

È PRATICAMENTE CONVENIENTE LA TRASFORMAZIONE DELLE LOCOMOTIVE A VAPORE IN LOCOMOTIVE AD ARIA COMPRESSA, PER LA TRAZIONE DEI TRENI?

Ing. GIOVANNI DEGOLA.

L'Ing. Michele Ferrero, in un elaborato articolo, pregevolissimo per il suo contenuto teorico, comparso sul N° 31 dell'*Elettrotecnica*, tratta del « *Sistema Cristiani di utilizzazione delle locomotive a vapore funzionanti ad aria compressa, essendone la caldaia alimentata da tenders accumulatori ad alta pressione* ».

Articoli di incoraggiamento alla tesi sostenuta dall'Ing. Ferrero sono comparsi su alcuni giornali. Sul *Sole* del 21 novembre, l'Ing. Secondo Sacerdote annuncia la costituzione di un sindacato per fare delle esperienze sulla linea Milano - Laveno della ferrovia « Nord Milano », esperienze che si ripromette abbiano ad avere un'importanza « nazionale ».

Perchè l'opinione pubblica non abbia a coltivare false illusioni, è bene che qualcuno esponga il problema « praticamente » e non in modo teorico.

Le conclusioni dell'Ing. Ferrero sono sostanzialmente le seguenti:

1°) Una locomotiva a vapore può essere trasformata per funzionamento ad aria compressa, sostituendo al tender un carro contenente un congruo numero di bombole per l'aria compressa ed aggiungendo un apparecchio per bruciare combustibile liquido alla caldaia.

2°) La convenienza di un esercizio fatto col sistema proposto, in confronto con un servizio fatto col normale sistema a vapore, dati i prezzi attuali del carbone e della energia elettrica, sarebbe tale che in un tratto di linea come la Milano - Torino, di circa 150 km. servita giornalmente da 4 treni diretti e 6 accelerati, si risparmierebbero annualmente non meno di L. 2 100 000 pari al 60% circa della spesa attuale di combustibile.

3°) Il risparmio suddetto può inoltre essere aumentato sensibilmente se invece di riscaldare l'aria mediante la combustione a petrolio si adopera un termo-accumulatore Cristiani-Sacerdote, se in una motrice posta a bordo del carro-tender serbatoio si utilizza il lavoro di espansione dell'aria compressa nel suo passaggio dalla pressione delle bombole a quella della caldaia (serbatoio intermedio) per comprimere aria compressa fino alla pressione della caldaia.

Delle tre conclusioni fondamentali alle quali giunge l'Ing. Ferrero, la prima non ha bisogno di discussione per essere accettata senz'altro. Difatti è noto che esistono da tempo locomotive ad aria compressa del tipo suddetto, usate, come i locomotori elettrici ad accumulatori, per servizi speciali, nei quali il consumo orario della motrice lavorante o non interessa (caso in cui vi sia un contratto a forfait per la fornitura dell'energia elettrica, ed alcune ore della giornata in cui si abbia energia disponibile, che si può considerare gratuita), o non rappresenta l'elemento preponderante nella scelta della macchina, occorrendo invece essenzialmente avere a disposizione un mezzo di trazione da adoperarsi saltuariamente, che non necessiti di un lavoro preparatorio per l'avviamento (messa in pressione della caldaia), non consumi nei lunghi periodi di inattività, ed elimini l'uso di qualsiasi combustibile, che sarebbe pericoloso data la natura speciale del servizio da farsi (quest'ultima condizione porta ad escludere anche le locomotive con motore a scoppio, le quali altrimenti sarebbero più vantaggiose, e lascia l'aria compressa in concorrenza coi soli accumulatori elettrici, i quali però in generale vengono preferiti).

Di queste locomotive ad aria compressa ve ne sono di due tipi, con serbatoio cioè ad alta ed a bassa pressione: in ambedue i tipi l'apparecchio motore è sostanzialmente identico a quello delle locomotive a vapore. In generale l'apparecchio di riscaldamento dell'aria, necessario per compensare il raffreddamento provocato dell'espansione, non esiste, perchè, dati i servizi saltuari e di breve durata e l'elevato grado d'introduzione che si adotta, si può farne a meno.

Non esaminerò neppure la terza conclusione, relativa alla possibilità di perfezionamento del sistema, perchè esposta in modo puramente teorico e troppo generico per poterla analizzare e discutere.

La seconda conclusione, quella cioè dell'enorme vantaggio economico che praticamente si realizzerebbe colla semplice trasformazione delle locomotive a vapore in locomotive ad aria compressa, è evidentemente sbagliata, ed in forma semplice, accessibile anche ai non tecnici, mi propongo di dimostrarlo.

Mi occuperò anzitutto del *Tender Serbatoio*.

★

L'Ing. Ferrero suppone di dovere fare il servizio Milano - Torino con una motrice che consumi in una corsa semplice da 875 a 990 cavalli-ora effettivi alla periferia delle ruote motrici, e conclude che per poter compiere il percorso senza rifornirsi di aria compressa occorre immagazzinare sul tender serbatoio tanta aria compressa a 200 atmosfere da poter sviluppare un lavoro di 1000 HP/ora, per il che necessitano circa 60 m³ di capacità di bombole, le quali occuperebbero uno spazio di circa 3 metri per 3 metri per 10 ed avrebbero un peso di circa 80 tonnellate.

I dati suesposti sono soverchiamente ottimisti, difatti:

1°) Ammessi i suddetti dati normali di consumo, il macchinista che si mettesse in cammino con soli 60 m³ d'aria a 200 atmosfere (1000 HP/ora) in molti casi, per cause accidentali (vento contrario, sovraccarico, neve, cattiva condizione del materiale rotabile, guasti agli apparecchi del freno ecc. ecc.) non sarebbe in grado di portare il treno a termine del percorso. Occorre dare al macchinista una riserva di almeno un 20% del lavoro normale occorrente per i treni diretti, mettendolo in condizione di poter disporre di almeno 1200 HP/ora (66 m³ di bombole).

2°) Dal catalogo della «ex Società tubi Mannesmann» di Dalmine, rilevo che il tipo di bombole adatto sarebbe quello di 335 litri di capacità, che ha le seguenti caratteristiche:

Diametro esterno mm. 232 - Spessore parete mm. 8.5 - altezza senza valvola mm 9400 - Peso del recipiente vuoto senza valvola, ma con piede e cappello kg. 429.5.

Per avere anche solo 60 m³ di capacità occorrerebbero 180 di queste bombole, le quali disposte parallelamente, ad immediato contatto, in 14 file orizzontali costituite alternativamente di 13 e 14 elementi, occuperebbero m 3.25 in larghezza e qualcosa meno in altezza, e peserebbero circa T. 77.5, quindi cogli amarraggi, valvole, raccordi ecc, poco più delle 80 tonn. supposte dall'Ing. Ferrero.

Però le suddette bombole provate in fabbrica con le debite precauzioni ad una pressione di 250 atmosfere, sono vendute per l'uso a 150 atmosfere. Adoperarle a pressione maggiore non sarebbe consentito, nè prudente. Per avere bombole da adoperarsi a 200 atmosfere occorrerebbe farle costruire appositamente, con spessori maggiori e quindi con dimensioni di ingombro alquanto superiori e peso complessivo certamente molto più elevato.

Ma accettiamo pure per il momento i dati molto ottimisti dell'Ing. Ferrero, e supponiamo di 80 tonn. il peso delle bombole vuote, e l'ingombro non eccedente dalla sagoma limite. Il peso di 60 m³ d'aria a 200 atmosfere contenuti nelle bombole è di circa 16.5 tonn. Il carro che le deve portare non potrà pesar meno di tonn. 32.5 anche ad essere molto ottimisti. Quindi il peso del tender serbatoio completo, carico, sarebbe di almeno 128 tonn., e dovrebbe essere munito, ammesso un carico di 16 tonn. per asse, (carico che sarebbe già troppo severo per l'armamento di un numero grandissimo di linee) di 8 assi, i quali da soli, con le rispettive boccole peserebbero non meno di 12 tonn.

Un tender cosifatto, sarebbe di costruzione complicata, perchè per potersi inserire nelle curve dovrebbe avere un telaio sul tipo di quelli in uso per il trasporto dei più enormi cannoni, ovvero sul tipo dei telai delle locomotive Mallet. Dovrebbe cioè essere costituito di un telaio superiore, munito di due ralle di appoggio su due distinti telai inferiori, ognuno dei quali dovrebbe a sua volta appoggiarsi (mediante due ralle) su due carrelli a due assi. Ecco per maggior chiarezza uno schizzo schematico di tale disposizione:

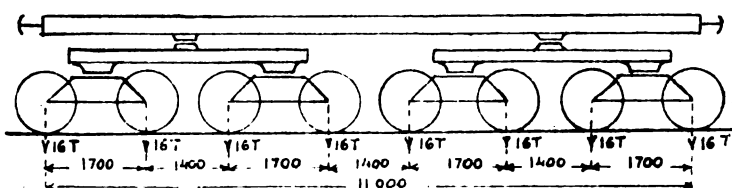



Fig. 1.

Il peso di tale veicolo oltre a non poter essere tollerato, come ho detto sopra, dall'armamento di un numero grandissimo di linee (ritengo che le uniche linee che ammettano cosifatti carichi siano quelle armate con binari da kg. 46.6 e 36 al metro lineare, quest'ultime purchè con traversine sufficientemente vicine) sarebbe inoltre severissimo per i ponti anche là dove l'armamento stradale è sufficiente, e per non pochi necessiterebbero probabilmente rilevanti lavori di rinforzo, se non addirittura la ricostruzione. Ma sorvolo su queste difficoltà pratiche insormontabili alle quali l'Ing. Ferrero potrebbe facilmente rispondere proponendo di ridurre il peso del tender serbatoio a detrimento del suo raggio d'azione, aumentando il quantitativo

dei tenders, e dotando il treno di due tenders, oppure istituendo stazioni intermedie per la carica. Provvedimenti che però implicano maggiori costi di impianto e di esercizio, epperciò peggiorano il risultato economico dell'innovazione. Suppongo quindi accettabile, per il momento, il tipo di tender proposto dall'Ing. Ferrero che è certo il più economico, se si prescinde dall'incompatibilità del suo peso.

Il costo di un tender così costituitò, supposto di costruirne un forte quantitativo in serie, si può ritenere, coi prezzi odierni delle materie prime e della mano d'opera, (sempre mantenendosi ottimisti, come si conviene in un conto che tende a dimostrare la pratica assurdità di una concezione) di L. 7 al kg., e cioè (il peso a vuoto del tender essendo di circa tonn. 112,5) di circa L. 787.500, cifra presso a poco uguale al costo attuale della locomotiva a vapore (tender compreso) considerata dall'Ing. Ferrero nei suoi calcoli.

Bisogna inoltre tener presente che disponendo di un solo tender serbatoio per ogni motrice si dovrebbe organizzare il servizio in modo tale che le locomotive potessero restare ferme ai capolinea (dove dovrebbero esservi le officine di produzione dell'aria compressa) un tempo sufficiente per poter procedere alla carica degli accumulatori (poco meno di cinque ore coll'impianto che ha servito di base all'Ing. Ferrero per i suoi calcoli, oltre al tempo occorrente per la manovra) ed in modo che a ciascun capolinea vi potesse sempre essere in ogni istante (durante le 24 ore) almeno un tender in corso di carica, (altrimenti cadrebbe l'ipotesi fondamentale dell'Ing. Ferrero circa l'andamento costante a pieno carico dei compressori). Inoltre se in una delle stazioni di carica vi fossero contemporaneamente due tenders da caricare, o il 2° tender dovrebbe attendere che fosse ultimata la carica del 1°, oppure il tempo occorrente per la carica di ciascun tender si raddoppierebbe. Praticamente, per poter sfruttare convenientemente le motrici e per non dover subordinare l'orario dei treni alle necessità inerenti alla carica dei serbatoi, sarà indispensabile avere molti tenders di scorta, per lo meno avere due tenders per ogni motrice (uno in corso di carica ed uno in servizio). Che se poi si volesse evitare i tenders di scorta dotando le stazioni di produzione di una scorta di bombole maggiore di quella occorrente per altre ragioni di cui dirò in seguito, per immettervi l'aria pompata dai compressori quando non vi sono tenders da riempire, si eviterebbe la sola spesa dei carri dei tenders, non quella delle bombole che è di gran lunga superiore. Per questa, e per altre ragioni di cui discorrerò in seguito, debbo per lo meno supporre di dotare ogni 5 motrici di 4 tenders serbatoi di scorta, essendo però sicurissimo che praticamente occorrerebbe una dotazione maggiore.

Si può quindi concludere senz'altro che *la trasformazione prospettata dall'Ing. Ferrero costerebbe per la sola costruzione dei tenders serbatoi (esclusi, cioè tutti gli impianti elettromeccanici per la produzione dell'aria compressa), molto di più che non il ricostruire completamente tutto il nostro materiale di trazione.*

Ciò premesso, e supposto che per i 10 treni giornalieri supposti dall'Ing. Ferrero nel suo calcolo occorrano soltanto 5 motrici comprese quelle inattive per riparazione, manutenzione ecc., e quelle di riserva (quest'ipotesi suppone un percorso medio giornaliero delle motrici di 300 km. Dai dati delle Ferrovie dello Stato risulta che le locomotive a vapore del servizio viaggiatori percorrono in media poco più di 160 km. al giorno), la spesa per l'impianto dei tenders serbatoi sarebbe di L. 780 000 $\times$ 9 = L. 7 020 000 il che al 10% fra interessi ed ammortamenti (sono sempre ottimista nei conteggi per le ragioni dette più sopra) dà una spesa annua di L. 702 000 da aggiungersi a quella considerata dall'Ing. Ferrero.

Ma vi è un altro errore economico nei conteggi dell'Ing. Ferrero, inerente ai carri serbatoi: quello di non aver affatto considerato il costo del lavoro passivo che devono compiere le motrici per trainare il maggior peso dovuto al tender serbatoio (nel servizio a vapore la locomotiva tipo, considerata dall'Ing. Ferrero, deve trainare un tender di 32 tonn., nel servizio ad aria compressa la stessa motrice dovrebbe trainare un tender di 128 tonn.).

Per avere questo maggior costo bisogna ragionare sul tonnellaggio dei treni, cosa che l'Ing. Ferrero ha evitato di fare, ed ha fatto male, perchè se avesse studiato il problema sotto questo aspetto si sarebbe accorto che navigava nel mare dell'assurdo.

L'Ing. Ferrero ha assunto come base dei suoi calcoli un tipo di locomotiva di 47 tonn. in servizio, con peso aderente di 28 tonn., cilindri gemelli del diametro di 425 mm, ruote di mm 1700. E' un tipo a 2 assi accoppiati, di modestissima potenza e di peso aderente limitatissimo. Non riesco ad identificare di quale gruppo di locomotive delle nostre F. S. si tratti: presso a poco i dati sembrano corrispondere a quelli del gruppo 550 (già 180 della ex rete Adriatica) oppure del gruppo 560 (già Giovanna d'Arco della ex Mediterranea).

L'Ing. Ferrero ha evidentemente scelto questo tipo antiquato di locomotiva in luogo di quelli che fanno ordinariamente il servizio Milano - Torino (gr. 640-685), perchè gli occorreva considerare un tipo di motrice di scarsa potenza per avere consumi di aria limitati e tender serbatoio di peso tollerabile.

Tali locomotive sono ormai relegate su linee di scarso traffico: adibirle alla Milano - Torino sarebbe una pazzia, anche col servizio a vapore, perchè richiederebbero la doppia trazione in permanenza.

Ecco i dati relativi alla prestazione delle Locomotive gr. 550-560 delle F. S. (Il lettore che voglia verificarli può consultare la Prefazione all'Orario Generale di servizio delle Ferrovie dello Stato - Edizione 1918).

Grado di prestazione della linea	Carichi in tonnellate ammissibili per velocità massima in Km/ora di:							
	80	70	65	60	55	50	45	40
1	160	180	210	230	260	290	330	380
2	140	160	180	210	240	280	320	380
3	140	160	180	210	240	280	320	380
4	130	140	160	180	220	200	300	340

Per treni composti esclusivamente di veicoli intercomunicanti a mantici e per quelli composti per almeno 2/3 del loro peso con veicoli a carrelli, essendo minore la resistenza data dall'atmosfera, le prestazioni suddette possono aumentarsi del 10%.

L'Ing. Ferrero dice (ed è esattissimo) che i treni diretti effettuano la corsa Milano - Torino in ore 3 (velocità media comprese le fermate 50 km/ora) e gli accelerati in 5 ore (velocità media comprese le fermate 30 km/ora). Dall'orario risulta che le fermate di un diretto sono complessivamente di 20' (quindi velocità media di corsa 56.5 km/ora) e quelle di un accelerato di 60' (quindi velocità media di corsa 37,5 km/ora). Supposto che un diretto perda altri 20' e un accelerato 80' per gli avviamenti, i rallentamenti ecc. si ha come velocità media del treno lanciato:

per i diretti 66.5 km/ora
» gli accelerati 56.5 »

per ottenere le quali occorre scegliere come velocità massima, almeno

70 km/ora per i diretti
60 » » gli accelerati.

Ignoro quale sia il grado di prestazione della Milano - Torino, però trattandosi di linea pianeggiante e di andamento favorevole, avrà probabilmente per il maggior numero di tratte il grado 1° e per qualche tratta il grado 2°, per cui prudenzialmente sarebbe bene stabilire le prestazioni in base al grado 2°. Io però per dare un vantaggio all'Ing. Ferrero nel calcolo supporrò che la linea sia di 1° grado, epperciò tenuto conto del 10% di aumento dovuto al materiale moderno usato per la composizione dei treni, la prestazione della locomotiva considerata, col servizio a vapore è la seguente:

per treni diretti 200 tonn.
» » accelerati 250 »

Che effettivamente l'Ing. Ferrero non abbia inteso di poter trascinare carichi maggiori, risulta dal consumo di forza motrice che ha supposto di avere per ogni viaggio. Difatti, essendo di 48 tonn. il peso della locomotiva e di 32 tonn. il peso del tender, il peso complessivo del treno sarà:

per diretti $200 + 48 + 32 = 280$ tonn.
» accelerati $250 + 48 + 32 = 330$ »

e supposta una resistenza media fra loc., tender e veicoli di:

6 kg. per tonn. per i diretti (velocità media a treno lanciato 65 km/ora)
5 » » » » gli accelerati (» » » » 55 »)

si ha una resistenza alla trazione media, alla periferia delle ruote motrici (cui fa equilibrio lo sforzo di trazione della locomotiva) di:

Kg. 1680 per i diretti
» 1650 » gli accelerati.

e per il percorso reale di 150 km (dovrei considerare il percorso virtuale medio per l'andata e il ritorno, che è maggiore), trascurando l'energia assorbita dalle frenature e quella spesa per l'avviamento del treno, si ha un lavoro per ogni corsa di:

$1680 \times 150\,000 = 252\,000\,000$ Kgm — per i diretti
$1650 \times 150\,000 = 247\,500\,000$ » — » gli accelerati.

ossia:

$$\frac{252\,000\,000}{75 \times 3600} = \frac{252\,000\,000}{270\,000} = 933 \text{ HP/ora per i diretti}$$

$$\frac{247\,500\,000}{65 \times 3600} = \frac{247\,000\,000}{270\,000} = 915 \text{ HP/ora per gli accelerati.}$$

cifre che sono dello stesso ordine di grandezza di quelle stabilite dall'Ing. Ferrero.

Praticamente le cifre di resistenza media sono alquanto maggiori di quelle da me segnate (il lettore che voglia persuadersene può consultare i « Risultati delle prove di trazione eseguite coi nuovi

tipi di locomotive » editi dalle Ferrovie dello Stato nel 1908 ed il complemento uscito nel 1911), come le prestazioni che io ho supposte, sarebbero ammissibili solo eccezionalmente ed in condizioni di linea ed atmosferiche favorevoli, mentre nel presente conto si dovrebbero considerare dati medi, senza dubbio minori. Col servizio ad aria compressa, volendosi avere lo stesso consumo di forza motrice, e dovendosi trainare un tender di 128 tonnellate in luogo di un tender di 32 tonnellate (il peso della locomotiva deve mantenersi inalterato zavorrandola opportunamente per non diminuirne il peso aderente) il carico rimorchiato deve ridursi:

per i treni diretti da 200 tonn. a 104 tonn.
» » accelerati » 250 » » 154 »

e perciò le spese di forza motrice computate dall'Ing. Ferrero nel servizio a vapore si riferiscono a $(200 \times 4$ più $250 \times 6) \times 150 = (800$ più $1500) \times 150 = 2300 \times 150 = 345\,000$ tonn/km rimorchiati al giorno,
mentre nel servizio ad aria compressa si riferiscono a $(104 \times 4$ più $154 \times 6) \times 150 = (416$ più $924) \times 150 = 1340 \times 150 = 201\,000$ tonn/km rimorchiati al giorno.

Ma siccome si suppone che se si debbono rimorchiare 345 000 tonnellate/km al giorno non sia per un capriccio dell'Amministrazione delle Ferrovie, ma perchè il servizio lo esige, per mantenere inalterato il servizio bisogna prendere uno di questi 3 provvedimenti:

1°) Scegliere un tipo di motrice più potente;
2°) Ricorrere alla doppia trazione;
3°) Istituire un maggior numero di treni.

Delle tre soluzioni, la più economica nei riguardi del costo del servizio è evidentemente la prima. Ad essa si oppongono difficoltà inerenti alla costituzione del nostro parco locomotive, il quale data la continua tendenza ad aumentare il peso dei treni ha specialmente deficenza di locomotive dei tipi più potenti, le quali sono le sole che ormai si costruiscono per il servizio viaggiatori. D'altra parte nelle locomotive più potenti occorrerebbero tenders serbatoi molto più pesanti per avere un raggio d'azione di 150 km.

Ad ogni modo è certo che per la diminuita prestazione delle locomotive il nostro materiale di trazione, qualora il servizio si dovesse fare ad aria compressa, verrebbe ad avere una minore potenzialità. Dovrei quindi conteggiare la quota di interessi ed ammortamenti corrispondente al capitale occorrente per costruire nuove locomotive, e riportare così il nostro parco locomotive (tutt'altro che esuberante) alla attuale efficenza. Ma preferisco trascurare questa quota, ammettendo (senza esserne per altro persuaso) che il servizio ad aria compressa permetta una più intensa utilizzazione delle locomotive, sufficiente a compensare la loro diminuita efficienza. E' evidente però che questa più intensa utilizzazione può ottenersi solo se si diminuisce l'inattività delle motrici per la carica dei tenders, provvedendo ad una sufficiente dotazione di tenders serbatoi.

Perciò, per non peccare proprio di soverchio ottimismo ho dovuto supporre di avere almeno 4 tenders serbatoi di scorta per ogni 5 motrici.

Impianti per la produzione dell'aria compressa.

L'Ing. Ferrero nel calcolare la spesa occorrente per la produzione dell'aria compressa considera esclusivamente la spesa di energia elettrica occorrente per il funzionamento dell'impianto, che valuta a L. 350 per HP/anno, trascurando completamente le spese di impianto e di esercizio.

Ora premetto, che valutare in 350 lire per HP/anno il costo dell'energia prodotta con degli impianti da costruirsi nelle presenti condizioni mi sembra soverchio ottimismo, mentre è assolutamente inaccettabile la supposizione che per 24 ore della giornata e 365 giorni dell'anno, in impianti di questa natura si possa avere un consumo di energia esattamente corrispondente al forfait.

Inoltre le spese di impianto e di esercizio di una sala compressori del tipo di quelle occorrenti sono tutt'altro che trascurabili.

Occorrono anzitutto due impianti distinti ai due capolinea, perchè la capacità dei tenders serbatoi è appena sufficiente per un viaggio semplice. Ogni impianto deve essere dotato di un imponente serbatoio fisso costituito da bombole. Difatti i compressori non possono pompare l'aria direttamente nei tenders serbatoi, perchè in questo caso il consumo di forza motrice non sarebbe costante, ma continuamente crescente dall'inizio alla fine della carica. Per avere una potenza presso a poco costante bisogna che i compressori pompino in un serbatoio intermedio in cui la pressione sia costantemente a 200 atmosfere, facendo passare l'aria nei tenders serbatoi da caricare man mano che la pressione tende a salire. La potenzialità di ogni impianto dovrebbe essere di circa 800 HP/ora, corrispondenti ad una produzione di: $\frac{60\,000}{24} = 2500$ m³ di aria aspirata all'ora. Però per tenere conto degli inevitabili lavori di manutenzione occorrenti (simili compressori, per l'elevata pressione alla quale lavorano, hanno bisogno continuamente di rilevanti e costosi lavori di manutenzione), bisogna avere per lo meno una batteria di compressori costituita di 6 unità di 500 m³ d'aria aspirata all'ora cad. (di cui in permanenza 4 in servizio, una in corso di manutenzione ed una di scorta per eventuali guasti).

Valutare che un impianto di tale genere costi oggi completo e pronto per l'esercizio, (compreso il fabbricato) sulle 600 lire per m³ d'aria aspirata è certo fare una supposizione molto inferiore al vero.

Si ha quindi come costo complessivo minimo dei due impianti:

$$2 \times 3000 \times 600 = 3\,600\,000 \text{ lire}$$

e fra interessi ed ammortamento (10%) una spesa annua di L. 360 000.

Dovrei ora computare le spese di esercizio degli impianti compressori, anche queste ragguardevolissime, ma le trascuro, supponendole compensate dal risparmio dell'esercizio dei magazzini di carbone e degli impianti per l'acqua di alimentazione.

Quindi complessivamente, le spese annue da contrapporre al costo del carbone sono le seguenti:

Energia elettrica e petrolio (accetto i dati dell'Ing. Ferrero pur ritenendoli soverchiamente ottimisti)	L. 1 412 000
Interessi ed ammortamenti capitale impiegato nella costruzione dei tenders serbatoi	» 702 000
Interessi ed ammortamenti capitale occorrente per gli impianti dei compressori	» 360 000
	L. 2 474 000

e giornalmente:

$$\frac{2\,474\,000}{365} = \text{L. } 6778$$

e quindi:

$$\frac{6788}{201\,000} = \text{L. } 0.0337 \text{ per Tonn/Km rimorchiato,}$$

cifra che è senza dubbio molto inferiore a quella che si avrebbe realmente in pratica.

Col servizio a vapore l'Ing. Ferrero nel computare il costo commette un errore, in questo caso a danno della sua tesi, computa cioè kg. 1.75 di carbone per HP/ora effettivo alla periferia delle ruote motrici.

Il consumo è maggiore ed è precisamente (media delle ferrovie dello stato del 1913) di:

Kg. 2.16 per HP/ora effettivo

Kg. 0.0535 per tonn/km virtuale rimorchiato compreso il carbone richiesto dagli accendimenti, stazionamenti ecc., e quello occorrente per il riscaldamento invernale dei treni viaggiatori. (V. rivista Tecnica delle Ferrovie Italiane - Ottobre 1914).

Prendendo kg. 2.15 per HP eff. ed essendo secondo l'Ing. Ferrero 9210 i cav.-ora effettivi giornalieri occorrenti per il servizio Milano - Torino si avrebbe un consumo giornaliero di carbone di:
$2.15 \times 9210 = 19.8$ tonn. e un costo giornaliero di: $19.8 \times 600 =$ L. 11 880 e quindi lire:

$$\frac{11\,880}{345\,000} = 0.0345 \text{ per tonn/Km rimorchiato.}$$

Prendendo kg. 0.0535 per tonn/km virtuale rimorchiato ed identificando i chilometri virtuali coi reali, si ha:

$$0.0535 \times 0.60 = \text{L. } 0.03210 \text{ per tonn/km rimorchiato.}$$

Siccome anche in una linea molto favorevole come quella Milano - Torino i km. virtuali sono un po' maggiori dei reali, la 2ª cifra è un po' minore della 1ª. Ad ogni modo si ha così una riprova dell'esattezza del computo da me fatto del tonnellaggio che è capace di rimorchiare la locomotiva che l'Ing. Ferrero ha assunto come tipo.

Considerazioni accessorie.

Qualora il servizio ad aria compressa venisse istituito si avrebbero le seguenti conseguenze di importanza accessoria:

a) Soppressione delle pompe per il freno Westinghouse sulle locomotive, potendo la condotta principale del freno essere alimentata, mediante una opportuna valvola di riduzione, dalla stessa aria compressa immagazzinata nella caldaia:

b) minori spese per la manutenzione e riparazione della caldaia, non più soggetta alle incrostazioni e corrosioni dell'acqua di alimentazione, ma maggiori spese per la manutenzione e riparazione degli imponenti tenders serbatoi, spese che sarebbero forse non meno importanti dovendosi provvedere alla continua manutenzione delle valvole e delle giunzioni fra bombola e bombola, e fra il tender e la caldaia (ricambio delle guarnizioni);

c) soppressione del servizio acqua di alimentazione, incluso quello per la depurazione dell'acqua stessa;

d) soppressione del servizio di manovalanza per lo scarico ed il carico del carbone. La manovra per la riempitura dei tenders resterebbe inalterata, anzi sarebbe più laboriosa, perchè le prese dell'acqua si possono distribuire in luogo acconcio per non dover fare laboriose manovre, mentre la carica dei tenders serbatoi esige che essi vengano portati all'officina di produzione dell'aria compressa;

e) soppressione del fumo;

f) risparmio della gestione dei magazzini di carbone;

g) gestione dei magazzini di petrolio;

h) gestione delle officine dell'aria compressa inclusa la manutenzione delle macchine, che trattandosi di compressori ad alta pressione è assai costosa;

i) soppressione del riscaldamento a vapore dei treni alimentato dalla caldaia della locomotiva ed impianto di un diverso tipo di riscaldamento;

k) inutilizzazione di tutti gli oliatori automatici per cilindri funzionanti a condensazione di vapore, (oliatori tipo Nathan), oppure impianto di un nuovo generatore di vapore che potrebbe anche servire d'inverno per il riscaldamento a vapore del treno;

l) necessità di aumentare la potenzialità degli oliatori da cilindri sulle locomotive (gli attuali oliatori siano essi a condensazione di vapore (Nathan) od a pompa (Friedman - Michalk) sono sufficienti col servizio a vapore perchè il vapore emulsionandosi con l'olio agisce esso stesso come lubrificante, ma col servizio ad aria compressa non sarebbero sufficienti);

m) maggior consumo d'olio per la lubrificazione dei cilindri (per le ragioni esposte al punto *l*);

n) pericolo gravissimo nel caso di disastro ferroviario. Difatti se si lesionasse una bombola del tender serbatoio e questa scoppiasse provocherebbe probabilmente lo scoppio di tutte le altre bombole. Si avrebbero in tal caso effetti paragonabili a quelli provocati dallo scoppio di un deposito di grosse granate cariche.

Conclusione.

Lo studio fatto dall'Ing. Ferrero per la trasformazione del servizio di trazione dei treni, ha un valore puramente teorico. Nel campo pratico il servizio fatto coll'aria compressa anche con gli attuali prezzi del carbone riuscirebbe più costoso del servizio a vapore e sarebbe inoltre poco consigliabile per molte ragioni, fra le quali non ultima lo stesso pericolo permanente rappresentato dalle bombole viaggianti.

Il costo di impianto di un tale sistema sarebbe imponentissimo, forse dello stesso ordine di grandezza della trasformazione diretta della trazione a vapore in trazione elettrica, superiore al costo della trasformazione diretta se si tiene conto della maggiore mole che dovrebbero assumere gli impianti idro-elettrici, i trasformatori e le linee di trasmissione dell'energia, dato l'enorme sperpero di energia che si avrebbe.

Difatti il rendimento dell'energia elettrica utilizzata coll'intermediario dell'aria compressa sarebbe bassissimo, circa il 25% dall'asse dei compressori all'asse delle ruote motrici della locomotiva secondo lo stesso Ing. Ferrero, (quindi molto meno, forse nemmeno il 20%, dall'asse dei generatori elettrici all'asse delle ruote motrici della locomotiva) mentre è noto che col servizio a trazione elettrica si può comodamente, anche con lunghe linee di trasmissione ad alto potenziale, considerare un rendimento del 70% dall'asse dei generatori all'asse delle ruote motrici dei locomotori. L'enorme differenza fra il rendimento dell'energia nei due casi sarebbe ancora più schiacciante qualora il consumo di energia (misurato all'asse dei generatori elettrici) venisse rapportato alle tonn/km rimorchiate, perchè così entrerebbe in giuoco l'energia sprecata col sistema ad aria compressa, per rimorchiare gli enormi carri serbatoio.

Il ricupero di energia permesso dalla trazione elettrica nelle linee a forti pendenze, stabilendo razionalmente gli orari dei treni, non è affatto realizzabile col sistema ad aria compressa. Inoltre con questo sistema si ha un consumo accessorio di petrolio o di energia elettrica per il termo accumulatore, tutt'altro che indifferente.

I tecnici, secondo me, fanno male a pubblicare studi teorici di questa natura, perchè questi studi costituiscono una pericolosa distrazione per l'opinione pubblica dal nostro problema fondamentale « l'elettrificazione delle ferrovie ». Questa e solo questa, allo stato attuale della tecnica, può recare un enorme benefizio all'economia del nostro servizio ferroviario e perciò alla nostra stessa economia statale.

La soluzione radicale di questo immenso problema, dal quale dipende in gran parte l'avvenire del nostro paese deve quindi essere studiata e realizzata al più presto ad ogni costo, quali possano essere le conseguenze immediate sul nostro sventurato bilancio statale.

Reggio Emilia, Dicembre 1920.

DI UN SISTEMA DI ACCUMULAZIONE D'ENERGIA, PER UNA MIGLIORE UTILIZZAZIONE DELLE CENTRALI IDRO-ELETTRICHE

Ing. ALFREDO MAUCERI.

1) — Il fatto che l'energia elettrica deve essere utilizzata all'atto stesso in cui si produce, mette il produttore di energia elettrica in condizioni sfavorevoli rispetto a qualsiasi altro industriale. Mentre che questi può trarre dal suo impianto tutto ciò che esso può dare, l'esercente di un impianto idro-elettrico, per l'andamento speciale del diagramma di consumo, non può utilizzare, in genere, che il 15%, in tutto l'anno, della energia disponibile nel suo impianto.

Il produttore di energia elettrica, trovandosi in queste condizioni, cerca di rimediarvi scegliendo i consumatori che fanno al suo caso, in modo da migliorare e « riempire » il diagramma di carico; e questa scelta egli la fa ricorrendo a dei sistemi speciali di tariffìcazione.

Ora ciò, come si vede, è un ripiego; perchè qualora l'esercente potesse immagazzinare l'energia disponibile del suo impianto, distribuendola poi nelle 24 ore, a secondo delle richieste, adotterebbe certamente una tariffa unica, con grande beneficio economico e finanziario.

Il sistema di accumulazione di energia che primo si è affacciato alla mente dei tecnici è quello della accumulazione idrica: ciò importa (se l'accumulazione è naturale) un opportuno allargamento del canale di carico o la creazione addirittura di un serbatoio di opportune dimensioni, in modo da poter sopperire alle diverse chiamate di carico giornaliere.

L'uso di un tale sistema di accumulazione non si è però molto esteso, sia (in certi casi) per difficoltà economiche, e sia pure (questa è una delle maggiori cause), perchè molte volte vi sono dei motivi inerenti a diritti d'acque, che impediscono un tale sistema di accumulazione.

Si è voluto anche rimediare a questo creando dei bacini di compensazione, in modo da mantenere inalterato il regime delle acque del fiume e non danneggiare così gli utenti sottostanti.

Spesso si è anche ricorso, abbandonando il sistema di accumulazione naturale, al sistema di accumulazione artificiale. L'acqua, a mezzo della energia eccedente, viene innalzata da un bacino inferiore ad un bacino superiore dove viene accumulata sotto forma di energia potenziale, per poi farla defluire attraverso le turbine, quando ve ne sia il bisogno.

Un tale sistema, il cui rendimento globale si aggira intorno al 50%, è stato eseguito ad Olten in Svizzera, al Monte Ubione dalla Società Bergamasca, ed un impianto simile progettò l'ing. Panzarasa per la ferrovia di Valle Brembana. [1]

Gli industriali preferiscono integrare i loro diagrammi giornalieri di carico con l'ausilio di centrali termo-elettriche. E' perciò apparentemente strano, come le centrali termo-elettriche abbiano seguito di pari passo lo sviluppo delle centrali idro-elettriche.

L'uso di centrali termo-elettriche per la integrazione dei diagrammi giornalieri è (specialmente oggi) molto oneroso, ripercuotendosi sensibilmente tale uso sul costo del kWh prodotto. Dovendo infatti tali impianti funzionare generalmente per poche ore, da tre a sei, il consumo di carbone per kWh sale a 1,7 kg. ed alcune volte anche a 2 kg.

E' possibile, utilizzando gli impianti termo-elettrici esistenti, accumulare l'energia eccedente nelle ore di basso consumo per poi erogarla nelle ore in cui è massima la richiesta, in modo da egualizzare il diagramma di carico ed influire così sensibilmente sul costo del kWh prodotto?

Scopo di questa nota è appunto questo: di esporre un sistema di accumulazione di energia servendoci degli impianti termo-elettrici, così frequenti in tutti gli impianti di distribuzione serviti da centrali idroelettriche.

Il sistema consiste nell'accumulare, durante le ore di minimo consumo, dell'aria compressa, a mezzo di un compressore multiplo, ed a una conveniente pressione (vedremo poi qual'è la più conveniente) entro bombole-serbatoio, poste nei locali dove attualmente viene depositato il carbone, ed adoperando la caldaia per preriscaldare l'aria a temperatura sufficiente prima di immetterla nella motrice, che funzionerà quindi ad aria compressa.

Diremo subito che il sistema non è del tutto originale, essendo stata già sfruttata l'idea di convertire un impianto termico in impianto ad aria compressa nel sistema Cristiani, dove le locomotive a vapore vengono trasformate con lievi modificazioni in locomotive ad aria compressa.

[1] Va ricordato anche l'impianto di Viverone in Piemonte. *(N. d. R.)*

Cogliendo anche l'occasione che nel sistema Cristiani è implicito il concetto di accumulazione di energia, e visto quale interesse abbia destato fra i tecnici questo sistema, ci è parso utile il volere qui esaminare il problema della accumulazione pneumatica di energia elettrica per una migliore utilizzazione delle nostre centrali idro-elettriche.

Tanto più poi che, dovendo il sistema di accumulazione pneumatica rispondere a delle necessità tecniche ed economiche ben diverse da quelle richieste dalla elettro-trazione, è bene mettere in luce ciò che possiamo aspettarci da un sistema sì fatto.

2) — Il funzionamento delle macchine ad aria compressa è quasi del tutto simile a quello delle macchine a vapore: vi è una fase di immissione a pressione costante seguita da un'espansione adiabatica, ed una fase di scarico a pressione costante. Vi è però nella fase di espansione una differenza notevole, che nei primi tempi dell'applicazione delle macchine ad aria ne arrestò quasi del tutto l'uso: il forte abbassamento di temperatura che, provocando il congelamento degli olii e dell'acqua contenuta nell'aria, ne rendeva impossibile il funzionamento.

E' stato il Popp, per il primo, a suggerire l'idea di preriscaldare l'aria prima della immissione nella motrice, ad una temperatura conveniente ed in modo tale che l'aria allo scarico ne uscisse alla temperatura ambiente. Ma un altro vantaggio apportò l'idea del Popp; l'aumento del rendimento della motrice. Questa infatti veniva così a funzionare ad aria calda-compressa utilizzando l'aumento di volume dovuto al preriscaldamento dell'aria a pressione costante.

Sia:

P_{0c} la pressione di aspirazione del compressore.
P_{1c} la pressione di compressione che vi si raggiunge in esso.
P_{0m} la pressione di scarico della motrice ad aria compressa.
P_{1m} la pressione di immissione nella motrice ad aria compressa.
L_c il lavoro di compressione in kgmetri.
L_m il lavoro sviluppato dalla motrice in kgmetri.
T_{0c} la temperatura assoluta di aspirazione nel compressore.
T_{1m} la temperatura massima di ammissione nella motrice.

Il lavoro d'espansione sviluppato da un peso G d'aria è dato dalla formula:

$$L_m = \frac{x-1}{x} G\,R\,T_{1m} \left(\frac{P_{0m}}{P_{1m}}\right)^{\frac{x-1}{x}} \left[\left(\frac{P_{1m}}{P_{0m}}\right)^{\frac{x-1}{x}} - 1\right] \qquad (1)$$

Da questa formula si vede che il lavoro sviluppato da un peso G d'aria è proporzionale alla temperatura T_{1m} d'ammissione, ammettendo che x, esponente della curva politropica, si mantenga costante. Nel nostro caso x si può ritenere uguale a 1,39-1,40.

Il lavoro di compressione L_c richiesto da G kg d'aria è dato dalla formula:

$$L_c = \frac{x}{x-1} G\,R\,T_{0c} \left[\left(\frac{P_{1c}}{P_{0c}}\right)^{\frac{x-1}{x}} - 1\right] \qquad (2)$$

Il rapporto $\frac{L_m}{L_c}$ sarà massimo quando $P_{1m} = P_{1c}$, quando cioè la pressione di immissione nella motrice sia eguale alla pressione di compressione.

E ritenendo $P_{0c} = P_{0m} = P_0$, e fatte le opportune sostituzioni avremo:

$$\max \frac{L_m}{L_c} = \eta = \frac{T_{1m}}{T_{0c}} \left(\frac{P_0}{P_{1m}}\right)^{\frac{x-1}{x}} \qquad (3)$$

Dalla (3) si nota che quando $\frac{T_{1m}}{T_{0c}} = 1$, η dipende da P_0: sarà cioè tanto > quanto < sarà P_0.

Quando $\frac{T_{1m}}{T_{0c}} > 1$. (caso del preriscaldamento dell'aria) η, per alcuni valori di P_0, è > 1. Ciò non deve impressionare, perchè nel ciclo è stato introdotto un elemento estraneo al ciclo stesso: onde l'apparente anomalia di un rendimento maggiore dell'unità.

Il rendimento dell'impianto è quindi funzione del rapporto $\frac{P_{1m}}{P_{1c}}$, ed è massimo quando $P_{1m} = P_{1c}$.

Nel nostro caso abbiamo tutto l'interesse a che la pressione finale di compressione sia piuttosto alta in modo tale da rendere più piccolo possibile lo spazio occupato dalle bombole-serbatoio e rendere così minore il costo d'impianto. D'altra parte conviene avvicinare nei limiti del possibile la pressione di compressione a quella di immissione nella motrice, in modo da avere un buon rendimento; perchè tutto il nostro problema in fondo si impernia su di una quistione di rendimento ed in molti casi decide sulla maggiore o minore convenienza di un simile impianto di ricupero d'energia.

Il problema quindi che si presenta spontaneo è questo: trovare la pressione di compressione di massimo tornaconto, tale da rendere minimo lo spazio occupato dalle bombole-serbatoio, e massimo il valore del rendimento totale dell'impianto, a parità di numero di kWh da immagazzinare, e fissata che sia la pressione d'immissione nella motrice.

Un simile problema non è possibile trattarlo in linea generale, perchè dovremmo tener conto di moltissimi fattori variabili e disparati da impianto ad impianto, che una trattazione analitica rigorosa non ne potrebbe tenere calcolo.

Abbiamo però esaminati dei casi particolari riferentisi ad impianti termo-elettrici di piccola e media potenza, ed abbiamo trovato dei valori di P_{1c} aggirantisi intorno a 100 atmosfere, per valori di P_{1m} compresi fra 14 e 20 atmosfere, e per una prestazione giornaliera da 3 a 6 ore.

Dovendo rendere quanto più vicino sia possibile il valore della pressione di compressione a quello di immissione nella motrice, potremmo cercare di innalzare quest'ultimo; ma ciò quasi sempre è fissato dalle condizioni stesse d'impianto e quindi non può variare a nostro arbitrio o con una legge qualsiasi.

3) — Ammettiamo che la compressione dell'aria sia fatta con un compressore a quadruplice compressione. Sia 3 il rapporto di compressione del primo e quarto cilindro, e 4 quello del secondo e terzo.

Il lavoro teorico che dovremo spendere per ogni kg d'aria da comprimere sarà:

per la 1ª e 4ª compressione	14 300 × 2 = 28 600	Kgmetri
per la 2ª e 3ª compressione	9560 × 2 = 19 120	Kgmetri
Totale	47 720	»

L'aria uscirà dal quarto cilindro alla pressione di 105 atmosfere, e considerando le perdite nelle singole fasi di compressione e nei condotti, avremo una pressione nelle bombole di 100 atmosfere.

Notiamo che l'aria alla fine d'ogni compressione è ricondotta alla temperatura ambiente a mezzo di apparecchi refrigeranti.

Il lavoro effettivo richiesto dal compressore sarà, ammettendo che sia 0,75 il suo rendimento, di 63 620 kgmetri.

Dalle bombole-serbatoio raccogliamo l'aria in caldaia alla pressione di 20 atmosfere, facendo passare l'aria attraverso ad una valvola di riduzione; ed ammettendo che possano ridursi a 2 atmosfere le perdite lungo le tubazioni, la pressione d'ammissione nella motrice sarà di 18 atmosfere.

Determiniamo prima a mezzo della nota formula

$$\frac{T_{1m}}{T_{0m}} = \left(\frac{P_{1m}}{P_{0m}}\right)^{\frac{x-1}{x}}$$

dove $P_{1m} = 18$ $P_{0m} = 2$ $T_{0m} = 290°$, il valore da dare a T_{1m} perchè alla fine dell'espansione l'aria esca dal cilindro alla temperatura assoluta di 290°.

Troviamo: $T_{1m} = 535°$.

Il lavoro di espansione sviluppato da un kg d'aria alla pressione di 18 atmosfere, alla temperatura assoluta d'immissione di 535°, ed alla pressione finale d'espansione di 2 atmosfere sarà di

$L_m = 29\,700$ kgmetri, ed in cifra tonda
$L_m = 30\,000$ »

Ed ammettendo che il rendimento meccanico della motrice sia di 0,90 si ha:

$L_m = 27\,000$ kgmetri.

Onde il rendimento totale sarà:

$$\eta = \frac{L_m}{L_c} = \frac{27\,000}{63\,620} = 0{,}424$$

Avremo quindi un rendimento globale del 42,4%.

4) — Si abbia una macchina a vapore con due cilindri, alta e bassa pressione disposte in serie sullo stesso asse, distribuzione e valvole, e che sviluppi 500 HP effettivi compiendo 180 giri al 1'. La motrice è direttamente accoppiata ad un alternatore trifase a 5000 V.

Il diametro del cilindro alta pressione è di 43 cm, quello della bassa 70 cm, corsa 45 cm; il grado di ammissione è del 22%.

La somma delle due cilindrate è di 243 lt, ed in un giro completo 486 lt.

Un kg d'aria espandendosi alla temperatura di 290° ed alla pressione di 2 atmosfere presenta un volume di 425 lt.

Perchè la motrice sviluppi lo stesso lavoro che sviluppa quando funziona a vapore dovremo immettere per ogni giro completo kg 0,5 di aria.

In un'ora occorreranno

0,5. 180.60 = 5400 kg d'aria.

Ammettiamo che la motrice lavori 6 ore nelle 24 ore per integrare il diagramma di carico di una centrale idro-elettrica; occorreranno allora 32 400 kg d'aria.

Siccome un kg d'aria alla temperatura ambiente (di 17° c.) ed alla pressione di 100 atmosfere occupa un volume di 0,0087 m³, occorrerà, per un funzionamento di 6 ore, immagazzinare

32 400. 0,0087 = 281,88 m³ d'aria [1].

---

[1] Per poter allogare una capienza di bombole di 282 m³ occorre un locale che abbia le seguenti dimensioni: 12. 7. 5 m.

Nelle 6 ore si producono 2202 kWh; quindi un m³ d'aria immagazzinato, alla pressione assoluta di 100 atmosfere ed alla temperatura ambiente, rappresenta $\frac{2202}{282} = 7{,}8$ kWh immagazzinati.

Se si volessero immagazzinare i 2202 kWh a mezzo di un serbatoio idrico dovremmo costruire un serbatoio di 12 250 m³ posto a 90 m. sul pelo d'acqua del canale di scarico della centrale idroelettrica; ogni metro cubo d'acqua rappresenterebbe 0,18 kWh immagazzinati.

Per il riscaldamento preventivo dell'aria occorrono circa 2 430 000 calorie, ammettendo che per portare un kg d'aria dalla temperatura di 290° alla temperatura di 535° assoluti occorrano in media circa 75 calorie. Con un rendimento della caldaia del 70% occorrono circa 3 472 800 calorie.

Bruciando del combustibile liquido nel focolaio della caldaia, ad esempio della nafta (11 000 calorie per kg) occorrono

$$\frac{3\,472\,800}{11\,000} = 315 \text{ kg circa per le 6 ore di funzionamento.}$$

Si ha quindi un consumo di kg. 0.138 per kWh prodotto.

Ammettendo che l'impianto funzioni per 180 giorni durante l'anno e per 6 ore giornaliere, cioè in totale per 1080 ore, avremo un consumo di combustibile di kg 56 700: il costo del combustibile sarà, ammettendo un costo medio di L 2000 per tonn, di L 114 000. Mentre che funzionando l'impianto a vapore, e per un uguale numero di ore, si verrebbero a consumare 715 tonn. annue circa di carbone, che al prezzo medio di 600 lire per tonn. verrebbero a costare L. 429 000.

Si avrebbe quindi una economia con il funzionamento ad aria compressa di L 315 000 circa annue. Vi sarebbe quindi un margine tale da giustificare le maggiori spese d'impianto dovute all'istallazione del moto-compressore e delle bombole-serbatoio.

Per la determinazione della potenza richiesta dal compressore occorre esaminare il diagramma giornaliero di carico, per determinare l'energia disponibile nelle 24 ore.

Ammettiamo nel nostro caso che siano disponibili 470 kW per 12 ore: possiamo istallare un motore da 640 HP per caricare le bombole in dodici ore.

★

5) — Esaminando un qualsiasi diagramma giornaliero di consumo per sapere qual'è il costo del kWh prodotto, si nota che questo è variabile nelle singole parti del diagramma, e ciò in dipendenza delle ore di funzionamento di ogni gruppo e del carico: vi è dunque una parte del diagramma in cui il costo è massimo ed una parte in cui il costo è minimo.

Notevole importanza ha la determinazione del costo di produzione di un kWh nelle singole parti del diagramma, specialmente quando questo ha un andamento irregolare nelle diverse ore del giorno, raggiungendo in certi punti un picco abbastanza elevato, e che persiste per un certo tempo.

Per lo studio economico del nostro problema non possiamo riferirci al costo medio del kWh, ma bensì dobbiamo stabilire come esso varia nelle singole ore, e poi rilevare in che modo viene ad essere modificato il diagramma di consumo giornaliero introducendo il sistema di accumulazione pneumatica.

Nel caso più fortunato, ed in cui la convenienza economica di un simile sistema è manifesta, vedremmo come sparirebbe dal diagramma di consumo la parte in cui il costo del kWh è alto e come migliorerebbe tutto l'intero diagramma.

Possiamo dunque dire che uno studio accurato del diagramma di carico decide, in ogni singolo caso, della maggiore o minore convenienza di un tale impianto di accumulazione d'energia.

Diremo subito che l'accumulazione pneumatica mal si presta per delle grandi potenze; vedremmo al primo esame salire il costo dell'impianto a delle cifre altissime, e nessun beneficio sensibile ne risentirebbe il diagramma di consumo: non solo il costo del kWh rimarrebbe inalterato in alcuni punti, ma in certi altri si avrebbe un beneficio negativo.

Solo per potenze istallate fra 500 e 1000 HP si potrebbero avere dei benefici sensibili. Con ciò non vogliamo celare le difficoltà pratiche che si frappongono all'attuazione di una tale accumulazione: difficoltà che però, abbiamo fiducia, si possono superare felicemente.

A molti sembrerà forse un po' basso il rendimento totale dell'impianto d'accumulazione così descritto: abbiamo detto più indietro qual'è il modo per innalzare tale rendimento e da quali fattori esso dipenda.

Ci sembra che difficilmente potrebbe superare il valore da noi dato per il caso esaminato, e che solo per casi eccezionalissimi si potrebbe arrivare al 50%.

Tanto più poi che il caso da noi esaminato è uno dei più favorevoli avendo ammesso una pressione d'immissione di 18 atmosfere: ciò non è difficile praticare negli impianti fissi dove si hanno motrici a doppia e qualche volta a triplice espansione, in cui il margine di sicurezza dei cilindri è abbastanza largo, e tale da permettere di innalzare di 2 o 4 punti la pressione ordinaria di lavoro.

6) — Molti si sono sempre domandati se fosse possibile fabbricare addirittura del petrolio, della benzina, dell'olio pesante direttamente dalle nostre potenti energie idrauliche. Una domanda paradossale che cela un pio desiderio, e che noi auguriamo possa essere esaudito per il bene dell'industria italiana.

Il poter accumulare la nostra energia idro-elettrica disponibile, sotto forma di un qualsiasi combustibile, è da tutti ritenuto la forma di accumulazione ideale: grandi infatti sarebbero i benefici di questo accumulatore leggero, facilmente trasportabile e utilizzabile lungi dal luogo di produzione.

Ed il rendimento di una simile trasformazione misurato all'asse dei motori, utilizzanti tali combustibili, quale sarebbe?

Il rendimento dei migliori motori a combustione interna raramente supera il 30%, e calcolando anche al minimo le inevitabili perdite che vi sarebbero nella trasformazione della energia idro-elettrica in energia potenziale chimica, si avrebbe un rendimento totale del ciclo di trasformazione sensibilmente minore al 30%.

Questa considerazione abbiamo voluto fare per mettere in evidenza il fatto che anche con mezzi ideali di accumulazione, che offrirebbero vantaggi inestimabili qualora si potessero attuare, il rendimento totale di trasformazione sarebbe in difetto.

CALCOLO MECCANICO DELLE SOSPENSIONI DEI MOTORI CON TRASMISSIONE AD INGRANAGGI NELLE AUTOMOTRICI E NELLE LOCOMOTIVE ELETTRICHE ◻ ◻ ◻ ◻

Ing. ANDREA CAMINATI

Come è noto, la sospensione dei motori elettrici con trasmissione ad ingranaggi, azionante direttamente le ruote motrici di una locomotiva od automotrice elettrica, è generalmente effettuata da un lato direttamente sulle sale motrici attorno ad opportuni cuscinetti, dall'altro lato sul telaio della locomotiva (od automotrice) o del carrello, con interposizione di molle a spirale. In tale tipo di sospensione solo una parte del peso proprio del motore (circa il 0,4 del totale) è portato dai sistemi di molle, cosicchè si ha una sospensione solo parzialmente elastica; esistono tuttavia altri tipi di sospensione in cui tutto il peso del motore è sospeso sulle molle; ciò però non varia sostanzialmente le deduzioni che verranno fatte appresso.

Nel progettare la sospensione dei motori di una locomotiva od automotrice elettrica si presentano pertanto due problemi principali:

1°) proporzionare convenientemente le sale motrici azionate a mezzo degli ingranaggi dai motori elettrici.

2° determinare in modo razionale le dimensioni delle molle di sospensione dei motori suddetti.

I. — Determinazione delle dimensioni delle sale motrici.

Ognuno che abbia avuto occasione di progettare automotrici o locomotive elettriche ben sa che, colla tendenza odierna di aumentare sempre più la potenza delle locomotive stesse e quindi dei motori di trazione, il far restare il motore coi rispettivi ingranaggi e custodie, specie nel caso di grandi rapporti di trasmissione, entro i confini della sagoma limite minima, tenuto cioè il debito conto dei massimi consumi ammissibili nei cerchioni, cuscinetti e fusi, nonchè del molleggiamento delle parti sospese elasticamente, è questione alle volte molto difficile e occorre spesso far transazione in qualche parte per poter trovare una soluzione pratica. Il diametro della sala, sulla quale si appoggia da un lato il motore, è appunto una delle limitazioni al problema, cosicchè anche poco guadagno che si possa razionalmente fare su tale diametro può rendere possibile in molti casi una miglior soluzione. Il presente studio si propone appunto di addivenire ad un calcolo razionale delle dimensioni di tali sale in base alle sollecitazioni agenti su esse.

✶

La fig. 1 rappresenta schematicamente la disposizione di un motore elettrico azionante, mediante trasmissione ad ingranaggi, una sala motrice; e non si ritiene occorrano ulteriori indicazioni. Sulla sala agiscono due serie di forze:

a) quelle che si sviluppano in seguito al momento di rotazione del motore, al quale momento fa equilibrio la resistenza al movimento opposta dalle ruote; queste forze sono in parte verticali ed in parte orizzontali. Fra quelle verticali comprenderemo, per semplicità, anche quella dovuta alla parte di peso proprio del motore che grava direttamente sulla sala.

b) quelle dovute alla parte di peso totale sospeso gravante sui fusi della sala considerata.

a) Analisi delle forze sviluppantesi in seguito al momento di rotazione. — Come si è visto al momento di rotazione si oppone la resistenza al movimento delle ruote. Tale resistenza ha valore eguale e contrario alla parte T dello sforzo di trazione totale necessario per effettuare l'avviamento della locomotiva od automotrice, parte che compete alla sala considerata. Siccome, come vedremo innanzi, su una delle ruote, nelle condizioni più sfavorevoli che noi consideriamo, grava un peso maggiore che sull'altra, così riterremo che la ruota maggiormente caricata sia quella più vicina agli ingranaggi, e ciò per metterci nelle condizioni più sfavorevoli per l'asse della sala considerata.

Indichiamo con E il peso trasmesso alle rotaie dalla detta ruota maggiormente caricata; supponiamo che il coefficiente di aderenza fra ruota e rotaia, per l'avvenuto insabbiamento del binario o per condizioni ottime di aderenza, salga fino al valore $\frac{1}{3}$. In tal caso lo sforzo di trazione sviluppabile colla ruota considerata sarà $\frac{E}{3}$. Se tale valore risulta minore di T allora ammetteremo che la rimanente parte dello sforzo di trazione $T - \frac{E}{3}$ sia sviluppato dall'altra ruota, e ciò riterremo compatibile col peso gravante su tale ruota e col coefficiente di aderenza assunto, perchè riterremo che tali elementi siano stati stabiliti razionalmente. Qualora $\frac{E}{3}$ risulti maggiore di T riterremo di sviluppare tutto lo sforzo di trazione T colla sola ruota maggiormente caricata. Le due forze $\frac{E}{3}$ e $T - \frac{E}{3}$ costituiscono le forze orizzontali; consideriamo ora le forze verticali.

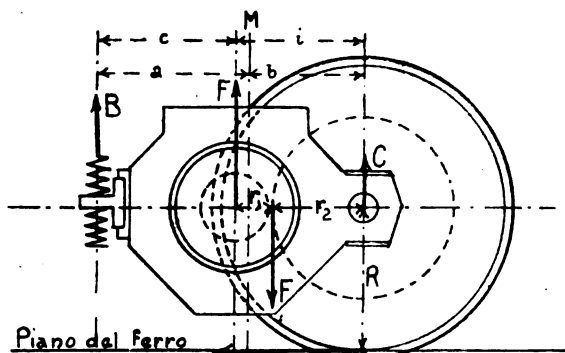
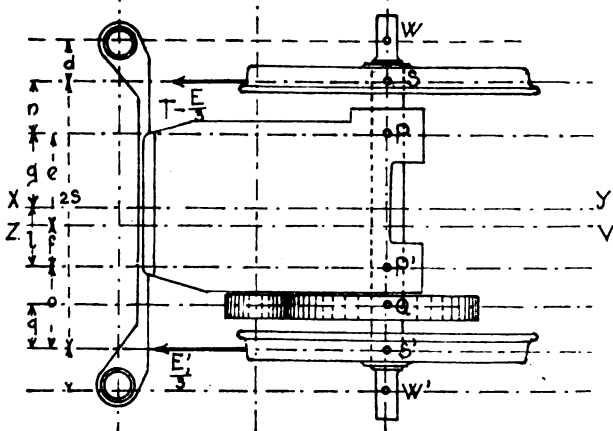



Fig. 1.

Il momento di rotazione dovrà dar luogo ad una forza F applicata tangenzialmente agli ingranaggi e tale che:

$$TR = Fr_2 \text{ da cui } F = \frac{TR}{r_2} \quad (1)$$

Ciò nella supposizione di trascurare le perdite per attrito negli ingranaggi, ciò che si ritiene lecito data la piccola entità di dette perdite e la natura del calcolo che si eseguisce.

Siccome ammettiamo esistere equilibrio fra la potenza F, applicata alla ruota dentata, e la resistenza T alla periferia delle ruote, ne viene che il motore deve sviluppare la forza F alla circonferenza primitiva del proprio pignone e per conseguenza trasmette alla carcassa attraverso i propri cuscinetti una forza eguale e contraria a F, cioè $-F$. La carcassa sarà quindi sollecitata da tale forza F applicata ai cuscinetti, ciò che darà luogo alle due reazioni verticali B e C applicate rispettivamente alla sospensione elastica e alla sala motrice e dirette ambedue naturalmente in senso opposto ad F. Tali reazioni avranno i valori seguenti:

$$B = F\frac{i}{c+i} \qquad C = F\frac{c}{c+i}$$

Poichè, come si disse, per semplicità riteniamo conveniente considerare assieme alle forze verticali dovute ai momenti motori e resistenti, anche quelle derivanti dal peso del motore, calcoliamo ora anche queste ultime. Il peso complessivo del motore colla relativa sospensione ingranaggi e custodie sia P. Tale peso sarà applicato nel piano baricentrico verticale parallelo all'albero del motore; tale piano abbia traccia MN. Pertanto sulle molle di sospensione graviterà la parte

$$p_1 = \frac{P\,b}{a+b}$$

la quale verrà così trasmessa al telaio, mentre sull'asse delle ruote graviterà la rimanente parte

$$p_2 = \frac{P\,a}{a+b}$$

suddivisa opportunamente sui due cuscinetti P e P^1.

Detta XY la traccia del piano verticale trasversale al motore e passante per la mezzeria dell'indotto e ZV la traccia del piano verticale baricentrico trasversale del motore, potremo ritenere che la sollecitazione C abbia la sua linea di azione giacente nel piano XY, mentre la sollecitazione dovuta alla porzione di peso del motore $\frac{Pa}{a+b}$ abbia la sua linea d'azione nel piano di traccia ZV.

Ognuna di tali sollecitazioni si trasmetterà quindi alla sala attraverso i cuscinetti P e P^1 e perciò le sollecitazioni totali verticali in P e P^1 (tenendo presente che $c + i = a + b$ e $c + f = g + l$) saranno rispettivamente:

$$\text{in } P \qquad -\Pi_1 = \frac{-1}{(a+b)\,(e+f)}\,[Fcg - Paf]$$

$$\text{in } P' \qquad -\Pi_2 = \frac{-1}{(a+b)\,(e+f)}\,[Fcl - Pae]$$

Ciò nell'ipotesi di assumere come positive le forze verticali dirette dall'alto al basso e di ritenere che il senso di rotazione del motore sia quello delle lancette dell'orologio, come risulta dalla fig. 1.

b) Analisi delle forze dovute al peso gravante sui fusi delle ruote. — Da quanto si è visto se si indica con P_s' il peso sospeso gravante sui fusi della sala considerata e dovuto al peso della locomotiva od automotrice (escluso il peso dei motori elettrici con relative sospensioni, ruote dentate e custodie corrispondenti) si vede che tale peso viene ad essere modificato in causa della parte $p_1 = P\frac{b}{a+b}$ di peso del motore, che grava sulle molle di sospensione al telaio, ed alla sollecitazione B.

Dato il senso di rotazione supposto, il peso sospeso complessivo gravante sui fusi della sala diventa approssimativamente

$$P_s = P_s' + P.\frac{b}{a+b} - F\frac{i}{c+i}$$

Tale risultato non è rigorosamente esatto poichè generalmente la verticale baricentrica delle diverse forze $p_1 - B$ non coincide colla verticale baricentrica dei pesi sospesi P_s'; d'altra parte, se esistono sale portanti, una parte dei pesi $p_1 - B$ viene riportata su queste. Ad ogni modo, tenuto conto che il valore assoluto della risultante delle forze $p_1 - B$ è abbastanza piccolo di fronte a P_s' si può, per semplicità, accettare il valore di P_s calcolato come si è indicato sopra. Nei casi speciali in cui ciò appaia troppo disforme alla realtà, si potrà calcolare più esattamente la parte della risultante delle forze $p_1 - B$ che compete alla sala più sollecitata.

Il peso definitivo che risulterà gravante su ciascuno dei fusi della sala considerata si dovrà aumentare di un valore p corrispondente al peso delle boccole, cuscinetti e molle di sospensione, pendini ecc., che grava direttamente sui fusi stessi. Di esso si terrà conto nel calcolare le sollecitazioni prodotte nella sala dal peso gravante sui fusi.

(1) Avvertiamo una volta per tutte che per i significati delle lettere ci rimettiamo alle indicazioni delle figure, per amore di brevità.

Ciò premesso consideriamo la fig. 2. Indichiamo con O il punto di incontro dell'asse verticale della sala col piano orizzontale nel quale giace il baricentro del peso sospeso P_s sopradeterminato.

Il peso P_s si potrà ritenere quindi applicato in O. In tale punto dovremo inoltre tener conto di una componente orizzontale εP_s dovuta essenzialmente alla forza centrifuga nelle curve, non completamente equilibrata dalla sopraelevazione delle rotaie. In generale, nei casi più sfavorevoli, ε per le *locomotive a vapore*, secondo Scheffler, non supera il valore 0,4 ma in tal caso ha una importante influenza l'effetto del moto di serpeggiamento; nel caso delle *locomotive elettriche* con trasmissione diretta ad ingranaggi, tale moto di serpeggiamento, mancando le masse oscillanti, è teoricamente nullo; tuttavia data un'inevitabile lieve differenza nel peso gravante sulle ruote di uno stesso asse, la differenza più rilevante in tale peso dovuta alla sopraelevazione delle rotaie e la conseguente differenza nello sforzo aderente delle due ruote di uno stesso asse, risulta che una certa tendenza a generare delle pressioni laterali contro le rotaie esiste anche nelle locomotive elettriche sebbene in misura minore che in quella a vapore. Si hanno poi sempre le pressioni laterali dovute alla resistenza nelle curve. Si ritiene pertanto razionale ammettere anche in questo caso l'esistenza di una componente εP_s assumendo però per ε un valore massimo alquanto inferiore a quello sopradetto di 0,4 e che noi stabiliremo in 0,3. Dovremo però osservare che, in relazione all'altezza h del punto O sul piano del ferro, un eccessivo valore di ε potrebbe condurre ad un valore negativo della reazione sulla ruota opposta a quella verso la quale si suppone rivolta la componente εP_s, cosa evidentemente inammissibile. Pertanto, prima di procedere oltre, converrà verificare se la linea OO_s della risultante di 0,3 P_s e di P_s si trovi compresa entro l'angolo di $S'O$ colla verticale mediana dell'asse, ossia se il punto O_s si trovi fra S e O' Se ciò si verifica si assumerà $\varepsilon = 0{,}3$, altrimenti per linea della risultante suddetta si assumerà quella di $O\,S'$ cosicchè la reazione in S risulterà *zero*. Supponiamo il caso generale in cui O_s stia fra S e O'. Per determinare il valore delle pressioni sui fusi trasportiamo la risultante di εP_s e di P_s in O_1 (punto che possiamo ritenere connesso invariabilmente con O) e decomponiamo la forza P_s verticale in due componenti passanti rispettivamente per W e W' centri dei due fusi. Avremo le forze D e D' verticali che rappresentano la parte del peso P_s gravante su ciascun fuso. Sarà:

$$D' = P_s \frac{s + d + \varepsilon\,(h - R)}{2\,(s + d)}$$

$$D = P_s \frac{s + d - \varepsilon\,(h - R)}{2\,(s + d)}$$

Le reazioni si svilupperanno nei punti S e S' di contatto delle ruote colle rotaie. Siccome la superficie di rotolamento dei cerchioni è generalmente inclinata rispetto all'orizzontale, così la reazione in S, cioè dal lato opposto a quello verso il quale è rivolta la εP_s, si può ritenere perpendicolare alla superficie di contatto colla rotaia, cioè avente direzione inclinata alla verticale, verso l'interno della sala, di un angolo la cui tangente sia η, resta così determinata la direzione della reazione nell'altro punto di contatto S'. Potremo considerare le reazioni di appoggio in S e S' scomposte ognuna in una componente orizzontale (cioè trasversale al binario) ed in una componente verticale.

Le reazioni trasversali al binario vengono riportate sulla sala dalle ruote e danno luogo a due coppie di forze verticali nei piani estremi dei mozzi, cioè una in α' e β' e l'altra in α e β.

In α', β' le forze eguali ed opposte della coppia avranno il valore seguente:

$$\varepsilon'\,P_s\,\frac{R}{m} \qquad \text{in cui} \qquad \varepsilon' = \varepsilon + \eta\,\frac{s - \varepsilon\,h}{2\,s}$$

e saranno dirette in modo che il senso della coppia sia negativo.

In α, β invece si avranno le forze:

$$\eta\,P_s\,\frac{s - \varepsilon\,h}{2\,s}\,\frac{R}{m}$$

ed il senso della coppia sarà positivo.

Le componenti verticali invece si trasmetteranno sulla sala a mezzo del mozzo delle ruote, e potremo anche in questo caso supporre ciascuna di tali reazioni scomposta in due agenti rispettivamente in α' e β' e in α, β. Tali componenti risulteranno pertanto:

$$\text{in } \alpha' \qquad - P_s\,\frac{s + \varepsilon\,h}{2\,s}\cdot\frac{s - L}{m}$$

$$\text{in } \beta \qquad - P_s\,\frac{s + \varepsilon\,h}{2\,s}\,\frac{m - (s - L)}{m}$$

$$\text{in } \alpha \qquad - P_s\,\frac{s - \varepsilon\,h}{2\,s}\,\frac{m - (s - L)}{m}$$

$$\text{in } \beta \qquad - P_s\,\frac{s - \varepsilon\,h}{2\,s}\,\frac{s - L}{m}$$

Perciò le reazioni risultanti saranno definitivamente:

$$\text{in } \alpha' \qquad G_1 = \frac{P_s}{m}\left[\varepsilon'\,R - \frac{s + \varepsilon\,h}{2\,s}\,(s - L)\right]$$

$$\text{in } \beta' \qquad G_2 = -\frac{P_s}{m}\left[\varepsilon'\,R + \frac{s + \varepsilon\,h}{2\,s}\,(m - s + L)\right]$$

$$\text{in } \alpha \qquad G_3 = -\frac{P_s}{2\,s\,m}\left[\eta\,R + (m - s + L)\right](s - \varepsilon\,h)$$

$$\text{in } \beta \qquad G_4 = \frac{P_s}{2\,s\,m}\left[\eta\,R - (s - L)\right](s - \varepsilon\,h)$$

★

Da quanto precede risultano le condizioni di carico di cui la figura 3 e cioè:

1) *Forze orizzontali.* — Sono le forze sviluppate dall'aderenza ai cerchioni. Si ha perciò le condizioni di carico di cui la fig. 3, tenendo presente che:

$$R_1 = \frac{l}{2\,(s + d)}\left[\frac{2\,s\,E}{3} + T\,d\right]$$

$$R_2 = \frac{l}{2\,(s + d)}\left[(2\,s + d)\,T - \frac{2\,s\,E}{3}\right]$$

Ciò nel caso di $\frac{E}{3} < T$. In caso contrario si avrà un'unica forza T applicata in S' e quindi:

$$R_1 = T\,\frac{2\,s + d}{2\,(s + d)}$$

$$R_2 = T\,\frac{d}{2\,(s + d)}$$

2) *Forze verticali dovute al peso gravante sui fusi.* — Oltre alle forze già calcolate D', D, G_1, G_2, G_3, G_4, si deve aggiungere su ciascun fuso, e cioè in W' e W, il peso p di cui si è già parlato e per conseguenza alle reazioni G vanno aggiunti i seguenti valori:

$$\text{a } G_2 \text{ e } G_3 \qquad - p' = - p\,\frac{m - (s - L)}{m}$$

$$\text{a } G_1 \text{ e } G_4 \qquad - p'' = - p\,\frac{s - L}{m}$$

3) *Forze verticali dovute al momento di rotazione ed al peso del motore.* — Tali forze sono F, Π_1 e Π_2 già calcolate agenti rispettivamente in Q, P' e P. Le reazioni d'appoggio corrispondenti diventano:

$$R_3 = R'\,\frac{s - L}{m}$$

$$R_4 = R'\,\frac{m - (s - L)}{m}$$

$$R_5 = R''\,\frac{m - (s - L)}{m}$$

$$R_6 = R''\,\frac{s - L}{m} \qquad \text{in cui}$$

$$R' = \frac{1}{2\,s}\left[\Pi_1\,n - \Pi_2\,(2\,s - 0) - F\,(2\,s - q)\right]$$

$$R'' = \frac{1}{2\,s}\left[\Pi_1\,(2\,s - n) + \Pi_2\,0 - Fq\right]$$

★

Determinate così le condizioni di carico si possono calcolare le sollecitazioni derivanti nelle diverse sezioni della sala.

Se indichiamo con τ_o e τ_v gli sforzi di taglio orizzontali e verticali in una sezione qualunque cominciando da sinistra e con M'_{f_o} e M'_{f_v} i momenti flettenti orizzontali e verticali nella sezione precedente a quella considerata e distante da essa della quantità δ si avrà:

$$M_{f_o} = M'_{f_o} - \tau_o\,\delta$$

$$M_{f_v} = M'_{f_v} - \tau_v\,\delta$$

dove M_{f_o} e M_{f_v} indicano rispettivamente il momento flettente orizzontale e verticale nella sezione considerata supposto positivo lo sforzo di taglio verticale se diretto dall'alto al basso e quello orizzontale se diretto verso chi guardi.

Si avrà quindi modo di calcolare le sollecitazioni risultanti in ciascuna sezione della sala.

Per il momento flettente si avrà, indicandolo con M_f:

$$M_f = \sqrt{\overline{M_{f_o}}^2 + \overline{M_{f_v}}^2}$$

Per i momenti di torsione sarà:

$$\text{Nelle sezioni } \beta' \text{ e } Q \qquad M_t = \frac{E}{3}\,R$$

Nelle sezioni P e P' $\quad M_t = \frac{E}{3} R - F r_2$

In definitiva ogni sezione, essendo circolare, si calcolerà come se fosse sottoposta a flessione semplice col momento ideale:

$$M_i = \frac{3}{8} M_f + \frac{5}{8} \sqrt{\overline{M_f}^2 + \overline{M_t}^2}$$

Osservazione 1ª. — Siccome l'analisi fatta delle forze agenti sulla sala è stata eseguita in via generale, così si è assunto senz'altro un determinato senso di movimento per calcolare le forze dovute al momento di rotazione. Va però notato che, siccome si tratta di automotrici e locomotive elettriche che non hanno un determinato senso di movimento a differenza delle locomotive a vapore, è necessario considerare il caso di ambedue i sensi di movimento allo scopo di giungere effettivamente a determinare il valor massimo delle sollecitazioni nelle diverse sezioni della sala. Perciò considereremo anche il caso della rotazione del motore in senso opposto a quello della fig. 1, ossia in senso opposto alle lancette dell'orologio.

Allora la forza F, applicata alla ruota dentata, viene a trovarsi rivolta verso l'alto mentre la reazione, applicata ai cuscinetti del motore, e per conseguenza le sue componenti B e C si trovano rivolte verso il basso, risultando così concomitanti col peso del motore.

Varieranno pertanto i valori di π_1, π_2, R' e R'' come appresso:

$$\pi_1 = \frac{1}{(a+b)(e+f)} \left[Fcg + Paf \right]$$

$$\pi_2 = \frac{1}{(a+b)(e+f)} \left[Fcl + Pae \right]$$

$$R' = \frac{1}{2s} \left[F(2s - q)\, \pi_1\, n - \pi_2 (2s - 0) \right]$$

$$R'' = \frac{1}{2s} \left[Fq - \pi_1 (2sn) - \pi_2\, 0 \right]$$

In base a tali valori e senso delle forze verticali dovute al momento di rotazione calcoleremo i nuovi momenti flettenti verticali totali e li comporremo geometricamente coi momenti orizzontali, che potremo assumere eguali a quelli del caso precedente quantunque, a rigore, questi ultimi risulterebbero di segno opposto, ciò che però non influisce sul valore assoluto dei momenti risultanti, che è quello che a noi interessa. Nei casi più generali dei tipi di sospensione semielastica è questa seconda condizione di carico quella che risulta più sfavorevole.

Osservazione 2ª. — Dato il metodo di calcolo seguito, il quale tien conto delle condizioni più sfavorevoli, che non sono evidentemente continue ma solo saltuarie e in ogni caso di breve durata, si può accettare un lavoro unitario nel materiale della sala alquanto elevato: da 10 a 12 kg per mm² per buon acciaio ordinario Martin, da 12 a 15 kg per acciaio al nichelio con tenore di nichel del 5% circa, ed anche più per acciaio al nichel-cromo.

Le parti soggette ad usura, come i fusi esterni, dovranno essere *a nuovo* tenuti di un diametro di circa $\frac{1}{10}$ superiore a quello risultante dal calcolo, poichè normalmente l'usura ammessa in detti fusi è appunto di $\frac{1}{10}$ del diametro primitivo; se si riterrà opportuno ammettere un'usura maggiore, si dovrà tenere corrispondentemente maggiore il diametro a nuovo.

Così pure i perni sui quali si appoggia il motore dovranno tenersi *a nuovo* di diametro alquanto maggiore di quello strettamente necessario, ma in essi, poichè l'usura è assai minore che nei fusi causa la notevole minor pressione gravante su essi, si potrà ritenere sufficiente un aumento di diametro di solo 3 a 5% del diametro risultante dal calcolo, in quanto che, salvo gravi riscaldi od altre cause occasionali, si giungerà al diametro minimo dei fusi (condizione che richiede ordinariamente il ricambio della sala) prima che non al diametro minimo di tali perni.

II. — Determinazione delle dimensioni delle molle di sospensione.

Le molle di sospensione costituiscono in alcuni casi due sistemi collocati all'estremità di una traversa portata dalla carcassa del motore; in altri casi costituiscono un solo sistema applicato sulla mezzeria della carcassa a mezzo di opportune appendici portate dalla carcassa stessa. Ogni sistema di molle è costituito da due molle a spirale cilindriche disposte in modo che mentre l'una si carica l'altra si scarica; cosicchè l'una serve per reagire in un senso della rotazione del motore, l'altra nell'altra senso.

Come si è già visto la sollecitazione sulla sospensione elastica è costituita dalla parte di peso del motore gravante su di essa e dalla reazione B. Per avere le condizioni più sfavorevoli, che del resto si ripetono spesso, converrà che il valore di B sia determinato in base al massimo momento di rotazione ammissibile per brevi istanti.

Chiamata P_1 la parte di peso del motore che, a seconda del tipo di sospensione elastica, risulta gravante su ogni sistema di molle, e B_1 la parte di reazione B competente al sistema di molle considerato, os-

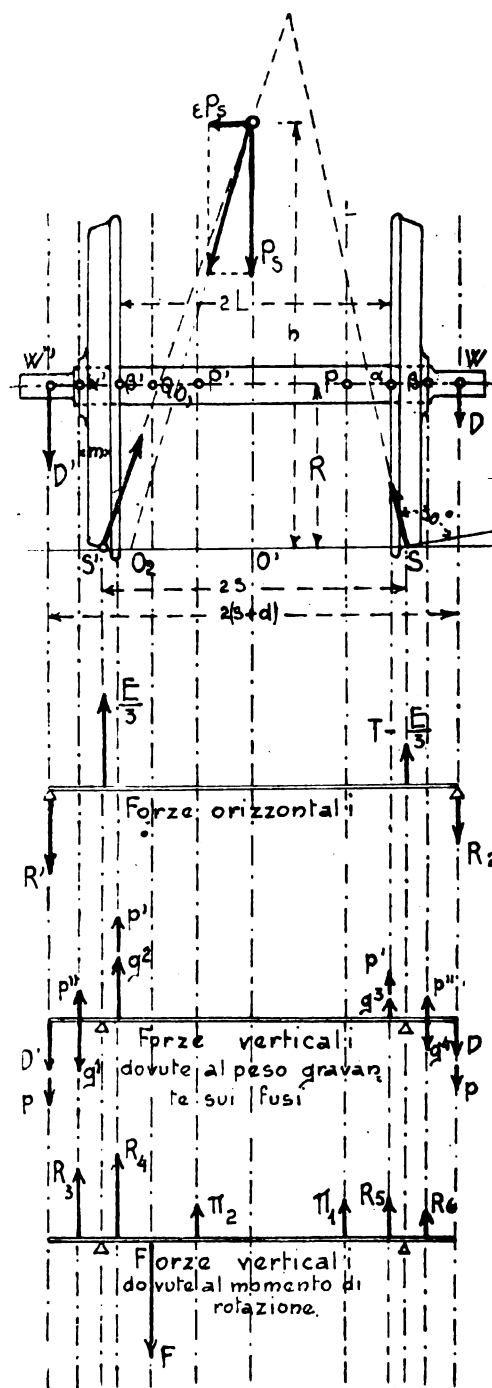



Fig. 2 e 3.

serviamo che sarà bene che le molle non si scarichino mai completamente in nessuna condizione per evitare ovvi inconvenienti; epperò indichiamo con C_1 il carico positivo residuo nella molla superiore quando l'inferiore viene inflessa dal carico $P_1 + B_1$, cioè raggiunge la sua massima inflessione. In tali condizioni il carico della molla inferiore è il massimo e vale:

$$Q_1 = P_1 + B_1 + C_1$$

Indichiamo con d_1, R_1, n_1 rispettivamente il diametro del filo della molla inferiore, il suo raggio medio di avvolgimento e il numero delle spire utili; con d_2, R_2, n_2 gli analoghi elementi per la molla superiore. Sia δ_1 l'inflessione totale massima della molla inferiore, E_r il modulo di elasticità per il taglio relativo al filo di acciaio col quale sono costruite le molle. Sarà:

$$\delta_1 = \frac{64\, R_1^3\, n_1}{E_r\, d_1^4}\, Q_1$$

La sollecitazione unitaria corrispondente sarà:

$$\sigma = Q_1 \frac{16\, R_1}{\pi\, d_1^3}$$

Quando la molla inferiore si scarica del peso B_1 essa aumenterà in altezza di una quantità che indicheremo con x, comprimendo di altrettanto la molla superiore.

Nella posizione che assumono le due molle in tal caso, e che chiameremo *posizione di riposo* perchè è quella che si ha a motore inattivo, il carico della molla superiore sarà C_1 aumentato di quello corrispondente all'inflessione x; sarà cioè:

$$C = C_1 + \frac{E_r\, d_2^4}{64\, R_2^3\, n_2}\, x$$

La molla inferiore si scaricherà del carico X corrispondente all'inflessione x e cioè

$$X = \frac{E_r\, d_1^4}{64\, R_1^3\, n_1}\, x$$

Il carico rimanente sulla detta molla sarà:

$$P_1 + B_1 + C_1 - X = Q_1 - X$$

Per l'equilibrio dovrà essere

$$C = B_1 + C_1 - X \qquad \text{per cui}$$

$$x = \frac{B_1}{\frac{E_r}{64}\left\{\frac{d_2^4}{R_2^3\, n_2} + \frac{d_1^4}{R_1^3\, n_1}\right\}}$$

Se ora supponiamo che il momento di rotazione cambi di senso la molla superiore si caricherà del carico $B_1 - Y$ ove Y è il carico che corrisponde alla diminuzione y dell'inflessione della molla inferiore, diminuzione che sarà evidentemente eguale all'aumento nell'inflessione della molla superiore

sarà quindi:

$$Y = \frac{E_r\, d_1^4}{64\, R_1^3\, n_1}\, y$$

Il carico residuo sulla molla inferiore sarà pertanto:

$$M = Q_1 - (X + Y)$$

La molla superiore, come si è visto, si carica della quantità $B_1 - Y$ la quale dovrà evidentemente corrispondere al carico corrispondente all'inflessione y della molla inferiore. Tale eguaglianza combinata con quella precedente che dà il valore di y, dà

$y = x$ e quindi $X = Y$ e per conseguenza

$$M = Q_1 - 2X$$

Il carico massimo della molla superiore sarà:

$$N = C^1 + B_1 - Y = C_1 + \frac{2\, B_1}{1 + \frac{d_1^4\, R_2^3\, n_2}{d_2^4\, R_1^3\, n_1}}$$

Il lavoro unitario massimo σ' nella molla superiore risulterà quindi:

$$\sigma' = \left| C_1 + \frac{2\, B_1}{1 + \frac{d_1^4\, R_2^3\, n_2}{d_2^4\, R_1^3\, n_1}} \right| \frac{16\, R_2}{\pi\, d_2^3}$$

Converrà che sia: $\sigma = \sigma'$ da cui

$$C_1 + \frac{2\, B_1}{1 + \frac{d_1^4\, R_2^3\, n_2}{d_2^4\, R_1^3\, n_1}} = Q_1\, \frac{R_1}{d_1^3}\, \frac{d_2^3}{R_2}$$

Poniamo: $\frac{R_1}{R_2} = \alpha \qquad \frac{d_1}{d_2} = \beta \qquad \frac{n_2}{n_1} = \theta$ avremo sostituendo tali valori nell'espressione precedente:

$$\theta = \frac{\alpha^3}{\beta^4}\left|\frac{2\, B_1}{Q_1\, \frac{\alpha}{\beta^3} - C_1} - 1\right| \qquad (1)$$

Questa espressione dà la relazione che deve intercedere fra θ, α e β perchè le due molle lavorino allo stesso carico unitario massimo. Il valor di C_1 può essere stabilito a piacere con certo criterio, in modo che non risulti troppo piccolo, ma nemmeno eccessivo per non essere costretti ad aumentare inutilmente le dimensioni delle molle. Bisogna che il carico residuo M nella molla inferiore sia positivo affinchè la molla non si scarichi completamente. Potremo per uniformità stabilire che tale carico residuo sia pure eguale a C_1 cioè al carico residuo della molla superiore. Dovrà essere allora:

$$P_1 + B_1 = 2\, X \qquad \text{ossia}$$

$$P_1 + B_1 = \frac{2\, B_1}{\frac{\alpha^3}{\theta\, \beta^4} + 1} \qquad (2)$$

Dalla (1) si ha: $\theta\, \frac{\beta^4}{\alpha^3} = \frac{2\, B_1}{Q\, \frac{\alpha}{\beta^3} - C_1} - 1$ per cui tenendo conto della (2) si ha:

$$\beta = \sqrt[3]{\frac{\alpha\, Q_1}{B_1 + C_1 - P_1}} \qquad (3)$$

In base alla (3) la (1) si può scrivere più semplicemente:

$$\theta = \frac{\alpha^3}{\beta^4}\left\{\frac{2\, B_1}{B_1 - P_1} - 1\right\} \qquad (4)$$

Altra condizione che dovrà essere soddisfatta sarà quella che il lavoro unitario nell'acciaio delle molle non superi sensibilmente il valore di 40 kg per mm². Perciò:

$$Q_1\, \frac{16\, R_1}{\Pi\, d_1^3} = 40 \qquad \text{da cui} \quad d_1 = \sim \frac{1}{2}\sqrt[3]{Q_1\, R_1} \qquad (5)$$

Fissato pertanto il valore di R_1 e C_1 si potrà calcolare d_1 colla (5). Condizioni di costruzione generalmente possono limitare i valori di R_1 e R_2 cosicchè si fisseranno tali valori in relazione alle dette condizioni salvo verificare poi se i valori sieno accettabili ed in caso negativo ritoccarli opportunamente; in tal modo risulterà noto il valore di $\alpha = \frac{R_1}{R_2}$ e mediante la (3) si potrà calcolare il valore di β e quindi di $d_2 = \frac{d_1}{\beta}$ essendo d_1 già determinato colla (5). Noti α, β colla relazione (4) si può calcolare θ ossia $\frac{n_2}{n_1}$. Per determinare gli effettivi valori di n_1 e n_2 poniamo la condizione che l'inflessione massima delle due molle a partire dalla posizione di riposo, e cioè x, non superi 12 a 20 mm. Dall'espressione di x posto $n_2 = n_1\theta$, ed osservando che assumendo x fra 12 e 20 mm il valore $\frac{64\, B_1}{E_r\, x}$ diviene circa $\frac{3\, B_1}{E_r} \div \frac{5\, B_1}{E_r}$ risulterà:

$$n_1 = \frac{\frac{d_2^4}{R_2^3\, \theta} + \frac{d_1^4}{R_1^3}}{\frac{3\, B}{E_r} \div \frac{5\, B_1}{E_r}} \qquad (6)$$

In tal modo si sono determinati tutti gli elementi necessari per poter progettare le due molle.

Esempio numerico.

DATI:

Peso del motore completo Kg. 1200 di cui Kg. 700 sulla sala e 500 sulle molle.

$R = 480$ m/m $\quad r_2 =$ m/m 390
$c = 420 \quad i = 460 \quad c + i = a + b = 880$
$2\,s = 950 \quad s = 475 \quad a = 510 \quad b = 370$
$2\,L = 890 \quad L = 445 \quad s - L = 30 \quad m = 160$
$q = 100 \quad d = 270 \quad s + d = 745 \quad 2\,(s + d) = 1490$
$0 = 280 \quad h = 1000 \quad T = 2700$ Kg.
$e + f = g + l = 530 \quad e = f = g = l = 265$
(cioè il piano $X\,Y$ coincide con quello $Z\,V$)

1) *Calcolo della sala motrice*:

Risulta: $F = 3325$ kg $\quad B = 1738 \quad C = 1587$ kg.

Il carico C si divide in due parti eguali di $\sim$ kg 794 su ciascuno dei cuscinetti P e P'. La parte di peso del motore trasmessa a ciascuno dei cuscinetti P e P' risulta di 350 kg.

Supponiamo che il momento motore abbia senso negativo (è questo come si è detto il caso più sfavorevole). Sarà:

$$\Pi_1 = \Pi_2 = 1144$$

La sollecitazione totale trasmessa al telaio attraverso le molle di sospensione risulterà:

$$1738 + 500 = 2238 \text{ Kg.}$$

Il peso totale trasmesso dalla sala motrice considerata alle rotaie sia di tonn. 11. Ritenuto di kg 2300 il peso proprio della sala più il peso del motore e di kg 400 il peso delle boccole, cuscinetti, molle ecc., ossia $2\,p$, si ha:

$$P_r' = 11\,000 - 2700 = 8300 \quad \text{quindi } P_r = 10\,538 \text{ kg.}$$

Poichè $\frac{s}{h} = 0{,}475$ si può assumere $\varepsilon = 0{,}3$; quindi risulta:

$$D' + p = +\,6572 \qquad D' + p = +\,4358$$

Essendo $\eta = \frac{1}{20}$, ε' diviene 0,3092 e poichè $p' = 200\,\frac{130}{160} = \doteq 162$ e $p'' = 38$ si ha:

$G_1' = +\,8129 \quad G_2' = -\,16918 \quad G_3 = -\,2036 \quad G_4 = -\,112$

Risultano ancora:

$R' = +\,2000 \quad R'' = -\,963$ per cui:

$R_3 = +\,375 \quad R_4 = +\,1625 \quad R_5 = -\,782 \quad R_6 = -\,181$

Le pressioni verticali totali trasmesse dalle ruote alle rotaie, essendo le reazioni verticali in S' e S rispettivamente: — 8602 e — 1936, diventano:

Pressione totale verticale in $S = 7352$ Kg.
» » » » $S' = 3649$

Ne viene che il massimo sforzo di trazione ammissibile sulla ruota sinistra (verso la quale trovasi l'ingranaggio e verso la quale si suppone diretta la componente $\varepsilon\, P'_r$) col coefficiente di aderenza di $\frac{1}{3}$ sarà di $\sim$ 2450 kg.

Assumiamo pertanto il valore di kg. 2200 per lo sforzo aderente sulla ruota sinistra; resteranno ancora 500 kg che dovranno essere sviluppati dalla ruota destra. Tali sforzi daranno luogo alle componenti seguenti in α', β' e α, β:

in α' 412 kg; in β' 1788 kg; in α 406 kg; in β 94 kg.

Per conseguenza $R_1 = + 1899$ $R_2 = + 801$

In seguito ai dati assunti risultano:

$W'\alpha' = 140$; $\alpha'\beta' = 160$; $\beta' Q = 70$; $QP' = 180$; $PP' = 530$; $P\alpha = 110$; $\alpha\beta = 160$; $\beta W = 140$

Si ottiene perciò la tabella seguente:

Sezioni	Incastro dei fusi	α'	β'	Q	P'	P
Sforzi τ_o	— 1899	— 1899	— 1487	+ 301	+ 301	+ 301
Sforzi τ_v	+ 6572	+ 6572	+ 15076	— 217	— 3542	— 2398
M_{fo}	+ 189.900	+ 265.860	+ 503.780	+ 482.710	+ 427.530	+ 268.000
M_{fv}	— 657.200	— 920.080	—3.332.240	—3.317.050	—2 679.490	—1.408.550
M_t	0	0	1.056.000	1.056.000	240.000	240.000

Si farà il calcolo delle dimensioni del fuso e delle sezioni β' Q e P' essendo evidente che per ragioni di simmetria bisognerà fare eguali le sezioni corrispondenti, cioè:

$$P = P'; \quad \alpha = \beta' \quad \alpha' = \beta.$$

Risulta pertanto:

Per la sezione d'incastro del fuso $M_f =$ 684.000 $Kg.$ m/m
Per le sezioni β' e Q . . . . $M_i = \sim 3.470\,000$ »
Per la sezione P' . . . . . $M_i = \sim 2.730.000$ »

Si avranno quindi le dimensioni seguenti:

	Acciaio Martin	Acciaio al nichel
Diametro del fuso	m/m 90	90
» del mozzo e incastro ruota dentata	142	132
» dei fusi di appoggio della carcassa	137	127

2) Calcolo delle molle.

Da quanto sopra risulta: la parte del peso del motore gravante su ciascun sistema di molle è $P_1 = 250$ kg. Lo sforzo trasmesso a ciascun sistema di molle per effetto del momento di rotazione è $B_1 = 870$ kg.

Fissiamo $R_1 = 60$ mm.

$R_2 = 35$ mm. cosicchè $\alpha = \frac{R_1}{R_2} = 1.72 \sim$

Sia $C_1 = 100$ Kg. Sarà:

$$Q_1 = 1220 \qquad d_1 = \frac{1}{2} \sqrt[3]{1220 \times 60} = \sim 21 \text{ m/m}$$

$$\beta = \sqrt[3]{\frac{Q_1 \ \alpha}{B_1 + C_1 - P_1}} = 1,43 \qquad d_2 = \frac{d_1}{\beta} = 14,7 \text{ mm.}$$

$$\theta = \frac{\overline{1.72}^3}{\overline{1.43}^4} \left\{ \frac{1740}{620} - 1 \right\} = 2,20$$

Assunto $E_r = 8800$ risulta:
$$n_1 = \frac{\frac{\overline{14,7}^4}{35^3 \times 2,20} + \frac{21^4}{60^3}}{0,300 \div 0,500}$$

Scelto il valore del denominatore dell'espressione che dà n_1 fra i limiti indicati, ma in modo da ottenere per n_1 un valore intero, si ha:

$n_1 = 4$ per il valore 0,349 assegnato al denominatore.

Perciò $n_2 = 4 \times 2,2 = \sim 8\,^3/_4$

Riassumendo gli elementi costruttivi delle molle risultano:

Molla inferiore: (portante il peso del motore) $R_1 = 60$ $d_1 = 21$ $n_1 = 4$

Molla superiore: $R_2 = 35$ $d_2 = 14,7$ $n_2 = 8\,^3/_4$

Le inflessioni rispettive δ e δ' per ogni 100 Kg. risultano:

$\delta = 3.2$ m/m $\delta_1 = 6$ mm.

Risultano ancora:

$X - Y = 556$ $x = y = \sim 18$ mm.

Carico massimo: molla inferiore $Q_1 = 1220$; molla superiore $N = 730$

Inflessione massima delle molle a partire dalla posizione scarica:

Molla inferiore $12.2 \times 3.2 = $ mm 39

Molla superiore $7.3 \times 6 = 44$

Posizione di riposo: Carico sulla molla superiore $C' = 414$ Kg.; » » » inferiore $Q\text{-}X = 664$

Inflessione della molla superiore a partire dalla molla scarica mm 25

Id. per la molla inferiore mm 21

SULLA ELETTRIZZAZIONE DEL MERCURIO DETTA PER STROFINIO (1)

ELIGIO PERUCCA.

Preparati una superficie di mercurio ben tersa, e un disco di vetro ben pulito e asciutto, si faccia la seguente esperienza: poggiato il disco di vetro sul mercurio, lo si distacchi. Vetro e mercurio risultano elettrizzati di segno contrario. Non insisto sul modo con cui si possono rivelare e misurare le cariche elettriche così ottenute, e sulle cautele con cui le esperienze vanno eseguite perchè diano risultati tra loro paragonabili.

Le esperienze da me eseguite hanno mostrato che *una superficie di mercurio appena formata si elettrizza fortemente di segno positivo in seguito al contatto col vetro* (2), *ma, in un tempo variabile da pochi minuti ad alcune ore, la superficie di mercurio va perdendo la sua eccitabilità positiva, passa per un istante di eccitabilità nulla, per poi acquistare eccitabilità negativa, la quale cresce asintoticamente fino a un valore limite.*

Per comodità di esposizione, dirò «superficie fresca» del mercurio quella ad eccitabilità positiva, «vecchia» quella ad eccitabilità negativa.

Fin dalle prime prove risultò nettamente che la superficie di mercurio perde la sua freschezza soltanto se è a contatto con l'aria del laboratorio.

Basta supporre che la superficie fresca di mercurio vada alterandosi all'aria in seguito all'azione chimica o fisica di qualcuno dei suoi costituenti. Ciò viene confermato dal risultato di parecchie esperienze. Il fatto che la superficie di una certa quantità di mercurio può venir rinfrescata quante volte si voglia col semplice rimescolamento o, meglio, aspirando completamente il mercurio con una pipetta e lasciandolo poi effluire, è prova che la modificazione subita dal mercurio è superficiale.

Il fenomeno da me osservato ha permesso di dar ragione dei risultati disparatissimi ottenuti dai vari autori sulla elettrizzazione del mercurio in seguito al contatto con un isolante.

Era già noto in particolare — e da molto tempo — che il segno della carica manifestatasi sul mercurio mutava secondo che l'isolante fosse posto delicatamente a contatto col mercurio, o vi fosse battuto contro. Nel primo caso, il mercurio risultava carico negativamente; nel secondo, positivamente. Ciò si spiega supponendo che la superficie del mercurio utilizzata fosse vecchia e che l'urto con l'isolante rompa la pellicola superficiale e ponga l'isolante a contatto con mercurio fresco.

A me pare che questa interpretazione si possa vantaggiosamente sostituire all'ipotesi proposta dal Shaw (3) che, all'urto tra isolante e mercurio, l'isolante assuma uno stato superficiale anormale.

Assicurata l'esistenza di una modificazione superficiale del mercurio, essenziale per le proprietà triboelettriche di esso, mi sono proposto di studiarne l'origine e di sfruttarla allo scopo che dirò in seguito.

Stabilite anzitutto le condizioni dell'isolante che doveva servirmi come termine di confronto, ho potuto constatare che queste condizioni si potevano considerare sufficentemente stazionarie lungo tutta una serie di prove, onde ho potuto ottenere la curva: eccitabilità triboelettrica mercurio-isolante in funzione del tempo, sicuro che le variazioni col tempo fossero dovute essenzialmente ad una variazione che succede nel mercurio.

La constatazione precedente è stata possibile in seguito all'osservazione che la superficie del mercurio può venire riportata in sempre uguali condizioni di freschezza iniziale mediante il pipettamento già accennato.

La curva eccitabilità-tempo è risultata diversa nelle varie prove, onde non mi è riuscito di fissarne altro che la forma.

Ma, mentre esperienze fatte per 3-4 giorni con una stessa superficie di mercurio non mi hanno permesso di aggiungere nulla a ciò che ho detto al 2° capov., esperienze proseguite per molti giorni — fino a più di 20 — mi hanno fatto conchiudere che l'eccitabilità negativa del mercurio vecchio diminuisce lentamente nei giorni successivi e in qualche settimana essa è nulla o quasi; qualche volta torna lievemente positiva. Dopo tanti giorni, però, la superficie di mercurio tenuta all'aria libera risulta anche appannata e la sua adesione al vetro è molto diminuita.

Passato a studiare la causa della modificazione superficiale del mercurio, è risultato da un lato che il fenomeno richiede, per prodursi, che il mercurio sia in presenza di una ragguardevole quantità d'aria, d'altro lato che all'aria aperta (fuori dalla finestra del laboratorio) la modificazione del mercurio non avveniva più.

Discriminate le varie cause possibili (l'umidità e l'ossigeno si erano

(1) Riassunto da una serie di 3 memorie in corso di pubblicazione nel *Nuovo Cimento*.

(2) Sul quale, naturalmente, si manifesta una carica uguale e contraria a quella del mercurio; come il vetro, si comportano quarzo, paraffina, ceralacca, ebanite, cera vergine, colofonia, lana.

(3) P. E. SHAW - *Proc. Roy. Soc. Lond.*, A, 94, p. 16, 1917.

presentate come le cause più probabili) ho dovuto concludere che la modificazione superficiale del mercurio, connessa col cambiamento di segno dell'eccitabilità triboelettrica, è dovuta alla presenza di piccole quantità di ossidi di azoto nell'ambiente sovrastante al mercurio.

Ma la modificazione del mercurio è probabilmente più complessa, perchè le proprietà superficiali del mercurio si alterano anche in presenza di pochissima aria; soltanto, la modificazione che allora il mercurio subisce è molto più lenta e produce un'esaltazione dell'eccitabilità positiva iniziale del mercurio fresco.

Nel vuoto, non sono riuscito ad osservare alcuna alterazione nelle proprietà superficiali triboelettriche del mercurio.

Sono stato, dunque, indotto a supporre che il mercurio all'aria del laboratorio subisce due trasformazioni contemporanee, obbedienti ciascuna ad una semplice legge esponenziale; l'una è dovuta a un agente esistente in gran copia nell'aria ma che — per mancanza di mezzi sperimentali — non ho potuto ben definire, forse ossigeno; l'altra è dovuta quasi certamente agli ossidi di azoto sempre presenti in sufficente quantità nel laboratorio (4).

E' necessario osservare che ogni esperienza triboelettrica (contatto e successivo distacco mercurio-isolante), producendo un rimescolamento nel mercurio, disturba sensibilmente le esperienze.

Le amalgame anche all'1% di *Zn, Cd, Sn, Cu* non danno più luogo al fenomeno ma sono sempre, e poco, eccitabili negativamente.

Si possono attribuire a modificazioni superficiali analoghe le variazioni nelle proprietà triboelettriche presentate spesso dai dielettrici; in particolare, quelle che hanno condotto il Shaw (5) a far l'ipotesi dell'esistenza di uno stato anormale e di una temperatura critica per ogni isolante?

Le curve eccitabilità-tempo presentano una notevole somiglianza di forma con le curve analoghe nel caso del mercurio, ma la questione non si può ritenere risoluta in modo esauriente per l'incostanza dei fenomeni presentati dai dielettrici.

E, infine, vengo allo sfruttamento accennato del fenomeno da me osservato.

L'elettrizzazione del mercurio in seguito al contatto con un isolante si ritiene di natura identica all'elettrizzazione per strofinio; anzi è uno degli esempi che si adduce a prova del fatto che lo strofinio non è essenziale, ma serve soltanto a moltiplicare i punti di contatto (6).

D'altro lato, è generalmente ammessa l'identità delle cause dell'effetto triboelettrico e dell'effetto Volta, sebbene tale identità sia suffragata da pochi fatti sperimentali: le esperienze di J. Thomson con un elettrometro a quadranti eterogenei fatti con sostanze quasi isolanti; la dipendenza dei due effetti dal gas ambiente, in particolare dalla presenza dell'ossigeno (7).

Ebbene: la modificazione triboelettrica del mercurio all'aria è accompagnata da una analoga modificazione nelle proprietà voltaiche del mercurio?

La misura diretta dell'effetto Volta tra vetro e mercurio in modo rapido e sicuro non mi è stata possibile, onde ho così spostato il problema: mentre le proprietà triboelettriche del mercurio misurate dalla sua elettrizzazione in seguito a contatto con una superficie isolante di riferimento variano nel modo radicale sù indicato, che cosa succede dell'effetto Volta presentato dalla stessa superficie di mercurio, rispetto ad una superficie metallica presa come superficie di riferimento?

Le esperienze hanno mostrato che *anche le proprietà voltaiche di una superficie di mercurio di fresco preparata variano fortemente col tempo, e le variazioni triboelettriche e voltaiche vanno di pari passo* (8). Se si rappresentano sulle ascisse le differenze di potenziale di Volta, misurate col metodo del condensatore variabile, sulle ordinate le eccitabilità triboelettriche, misurate dalla carica manifestatasi sul mercurio, la curva che rappresenta la relazione tra effetto Volta ed effetto triboelettrico è semplicissima: quasi una retta.

Il fenomeno descritto mi ha dunque offerto — sia pure in un caso particolare — una nuova prova dell'identità dei due effetti triboelettrico e voltaico. Essa, sebbene indiretta e particolare, è così semplice e precisa da doversi ritenere la migliore fin'ora ottenuta.

Torino, dicembre 1920.

(4) E, infatti, il fenomeno da me osservato si produceva in varî locali dell'Istituto Fisico dell'Università e del Gabinetto di Fisica del R. Liceo Alfieri di Torino.

(5) Lav. cit.

(6) Invero, però, nè questa nè alcun'altra delle esperienze che si portano a riprova della sufficenza del solo contatto (v. le recenti esperienze di A. COEHN e A. LOTZ - *Phys. Z. S.*, 1920, e di H. F. RICHARDS - *Phys. Rev.*, 1920) è veramente esauriente.

(7) CHRISTIANSEN - *An. der Phys.*, 1894-1897.

(8) Queste esperienze sono state fatte con superfici di mercurio lasciate invecchiare al massimo 36 ore.

Cooperando alla diffusione delle **Norme dell'A. E. I. per l'ordinazione ed il collaudo delle Macchine elettriche,** *farete opera d'italianità, gioverete alle industrie nazionali ed accrescerete l'autorità della nostra Associazione.*

:: SUNTI E SOMMARI ::

ELETTROFISICA.

A. SELLERIO. — **Analisi di tre effetti galvanomagnetici - Conferma di un nuovo effetto.** (Nuovo Cim., settembre-ottobre 1920, Vol. XX, n. 9-10, pag. 51).

Il primo degli effetti è quello noto detto di Hall dal nome del suo scopritore e si riduce sostanzialmente a questo. Presa una lastrina metallica p. es. rettangolare e segnate le due mediane, si attacchino agli estremi della più lunga due fili connessi a una pila in modo che si possa inviare nella lamina una corrente $\pm i$, si attacchino inoltre agli estremi A B dell'altra mediana due fili rilegati a un galvanometro sensibile. Se tutto è ben simmetrico, il galvanometro non devia perchè la mediana A B è una linea equipotenziale della lamina. Ora

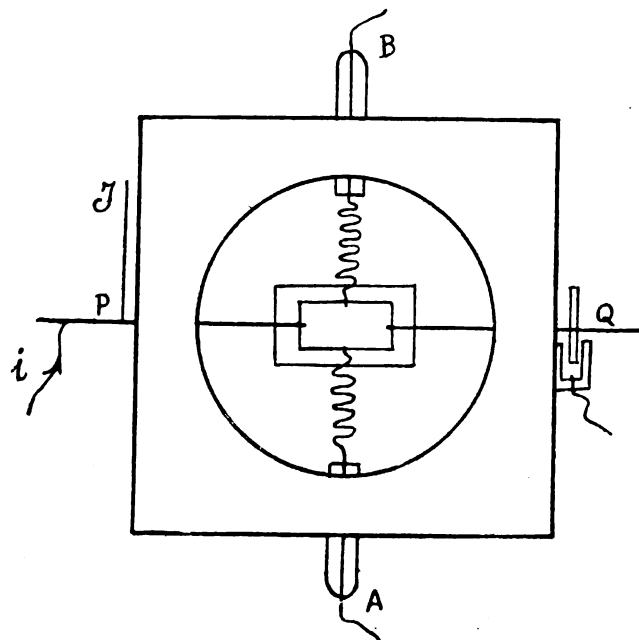



Fig. 1.

si metta la lamina in un campo magnetico uniforme in modo che il piano della lamina risulti *normale alle linee di forza*: il galvanometro devia. Questo avviene perchè le linee equipotenziali sotto l'azione del campo ruotano. La scoperta di Hall fu il punto di partenza di numerosi lavori (centinaia), perchè il fenomeno presenta un grande interesse scientifico. La teoria elettronica dei metalli ha cercato di spiegarlo riconducendolo a un'azione elettrodinamica esercitata dal campo sugli *elettroni liberi* che trasportano la corrente in seno al metallo, ma vi è uno scoglio grave nel fatto che alcuni metalli presentano l'effetto in un senso, altri nel senso opposto, mentre secondo la regola di Fleming il segno dovrebbe essere ben determinato e invariabile. Si

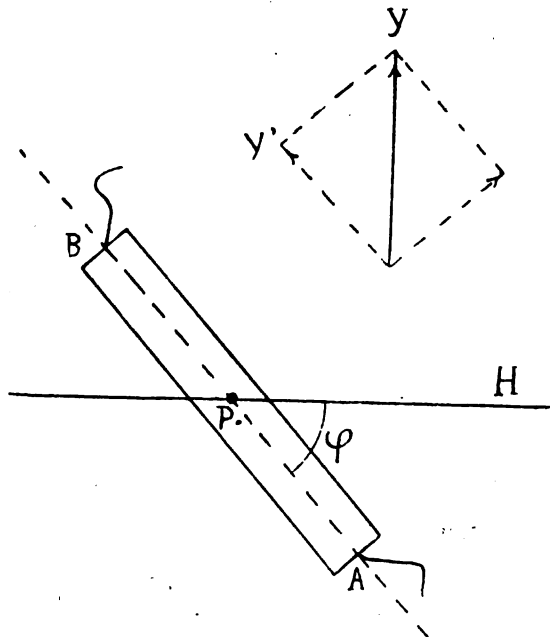



Fig. 2.

è cercato di rimediare, facendo l'ipotesi che nei metalli esistano altri trasportatori di corrente e cioè elettroni positivi liberi e dalla prevalenza dei negativi, o dei positivi, risulterebbe il diverso comportamento dei metalli. Ma questa ipotesi è vivamente combattuta per diverse ragioni.

A ogni modo si tratta sempre di azioni normali al campo magnetico. Ora nell'Istituto di fisica dell'Università di Palermo, che da tempo si è occupato anche di queste questioni, si è trovato (¹) che si produce un effetto galvanomagnetico anche quando la lastra è *parallela* al campo magnetico in modo cioè che i punti A B si trovino *lungo una linea di forza*. Questo fenomeno riesce inaspettato, perchè le azioni elettrodinamiche avvengono sempre normalmente alle linee di forza, quindi la spiegazione — che ancora manca — del nuovo fenomeno è da cercarsi altrove. L'A. per avere una conferma del fenomeno pensò di rendere la laminetta girevole attorno all'asse $P\ Q$, servendosi dell'apparecchio rappresentato nella fig. 1, in modo che la lastrina può assumere inclinazioni φ diverse rispetto al campo.

Se si presenta il solo effetto Hall *puro*, o *trasversale*, il galvanometro deve dare una deviazione massima V_0 quando $\varphi = 90°$, cioè quando la lastrina è normale al campo e la deviazione in generale varierà secondo *sen* φ; se si presenta solo l'effetto nuovo denominato *assiale*, la deviazione sarà invece proporzionale a *cos* φ, essendo massima e pari a v_0, per $\varphi = 0$ (lastra orizzontale come il campo). Se vi sono tutti e due gli effetti, c'è da aspettarsi una deviazione galvanometrica (fig. 2).

$$V = V_0 \operatorname{sen} \varphi + v_0 \cos \varphi,$$

o anche

$$V = w_0 \operatorname{sen} (\varphi - \varphi_0),$$

con

$$\operatorname{tang} \varphi_0 = \frac{v_0}{V_0}.$$

La *tang* φ_0 misura il rapporto fra gli effetti assiale e trasversale.

Questo metodo di ricerca si è mostrato molto fecondo, perchè oltre a comprovare l'esistenza dell'effetto assiale, ne ha messo in luce un altro il quale (a differenza dei primi due che sono quasi proporzionali ad H, cambiano di segno con esso, e cambiano segno dopo mezzo giro della lastrina), è sensibilmente proporzionale ad H^2, non si inverte cambiando il senso del campo e non si inverte quando la lastrina si gira di 180°. Questo terzo effetto, meno cospicuo degli altri due, fu denominato *perturbazione*: è proprio a causa di esso che nelle comuni misure di effetto Hall si trova sempre che invertendo il campo l'effetto non diventa eguale ed opposto, cioè è dissimmetrico rispetto ad H. Infatti nelle comuni misure di effetto Hall esso non è quello puro (*o trasversale*), ma è frammisto alla perturbazione.

L'equazione complessiva dell'effetto, stabilita dall'A., è

$$y = A \operatorname{sen} (\varphi - \varphi_0) + (a + b \cos 2\varphi)\, H^2\, i$$
$$= \underset{\text{trasversale}}{A'\, H\, i \operatorname{sen} \varphi} - \underset{\text{assiale}}{B'\, H\, i \cos \varphi} + \underset{\text{perturbazione}}{(a + b \cos 2\varphi)\, H^2\, i}$$

ed essa fino a campi di parecchie migliaia rende ben conto delle varie particolarità riscontrate nello studio sperimentale dell'effetto complessivo. Con la lastrina di bismuto studiata più a lungo si ha per $i = 1{,}15$ $H = 3400$

$$y = 160 \operatorname{sen} (\varphi - 15) + (5 + 6 \cos 2\varphi).$$

Essendo *tang* φ_0 = *tang* 15° = 0,27, l'effetto assiale è qui circa la quarta parte di quello trasversale, mentre la perturbazione è all'incirca l'8%, ma essa va crescendo rapidamente col campo, perchè

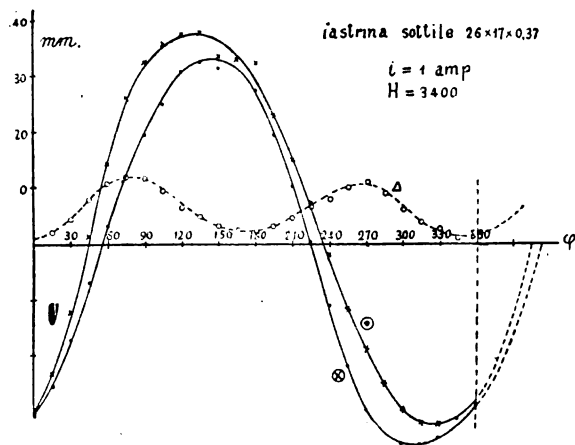



Fig. 3.

varia con H^2, quindi per campi intensi può prevalere sui primi due effetti.

Con altri campioni i due nuovi effetti sono più, o meno, accentuati. Per esempio con una lastrina si è avuta la fig. 3, dove l'effetto assiale è quasi eguale a quello trasversale perchè $\varphi_0 = 45°$, ed è pure molto notevole la perturbazione che è la metà di Δ. Le due curve vicine sono ottenute invertendo campo e corrente: esse coinciderebbero se mancasse la perturbazione. Se poi mancasse l'effetto assiale, le due curve si trasporterebbero verso sinistra in modo che taglierebbero l'asse dalle ascisse una un po' a sinistra e l'altra un po' a destra di $\varphi = 0$.

Questo studio apre un vasto campo di ricerche: fra l'altro bisognerà vedere come si comportino i diversi metalli. Inoltre, siccome per campi molto forti l'effetto Hall puro non si mantiene più proporzionale ad H, ma manifesta una tendenza alla saturazione, è interessante indagare se questo avvenga pure, e in quale misura, per gli altri due effetti.

L'A. ha iniziato pure questa ricerca venendo alla conclusione che nei campioni da lui esaminati l'effetto assiale non si piega verso la saturazione, perchè *tang* φ_0 cresce leggermente (e sembra linearmente) col campo.

Sulle cause dei due nuovi fenomeni, l'A. mantiene un prudente riserbo, non ritenendo che le esperienze siano ancora sufficienti a dare un fondamento sicuro a una spiegazione teorica. Quindi si limita a passare rapidamente in rivista alcune esperienze e teorie, che possono avere maggiore attinenza con l'argomento in questione, e a suggerire l'idea che i fenomeni nuovi — e forse anche l'effetto Hall puro, già noto — debbano dipendere essenzialmente dalla struttura cristallina dei metalli.

* *

MISURE: METODI ED ISTRUMENTI.

D. I. CONE. — **I metodi del ponte per le misure di correnti alternate.** (Journ. Am. Inst. El. Eng., luglio 1920, pag. 640.

L'A. passa in rivista le varie applicazioni fatte del ponte di Wheatstone per misurare grandezze relative alle correnti alternate. Molte delle formule date per le correnti continue diventano applicabili alle correnti alternate quando si esprimano le grandezze che a queste si riferiscono per mezzo delle notazioni in numeri complessi e quando, naturalmente, nell'applicazione di dette formule si osservino le regole relative alle operazioni con numeri complessi.

Ad esempio se, in un comune ponte sostituiamo le quattro resistenze ohmiche con quattro impedenze Z abbiamo lo schema e le relazioni segnate in fig. 1. Ogni impedenza va posta sotto la forma:

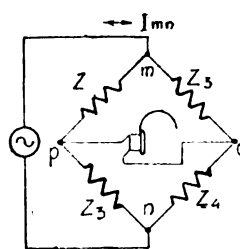



Fig. 1.

$Z = R + jX$ dove R è la resistenza ohmica; X la reattanza effettiva (da prendersi + se induttiva, da prendersi — se di capacità).

E' interessante osservare che se due impedenze opposte come Z_2 e Z_3 oppure Z_1 e Z_4 sono eguali fra loro, anche le impedenze fra le coppie di vertici opposti sono eguali fra loro cioè $Z_{pq} = Z_{mn}$. Scambiando fra loro gli attacchi della corrente con quelli dell'istrumento (m, n con p. q) valgono le stesse condizioni per l'equilibrio; ma in generale Z_{pq} è differente da Z_{mn}. Ponendo $Z_3 = KZ_1$ abbiamo la relazione:

$$\frac{Z_{pq}}{Z_{mn}} = \frac{Z_1\, Z_2}{(Z_1 + Z_2)^2} \cdot \frac{(1 + K)^2}{K}$$

La connessione per la quale si ha la maggior sensibilità dipende dalle condizioni del circuito. Per esempio, usando il telefono, le perturbazioni esterne possono essere maggiori con una connessione che con l'altra. Se il telefono, o in generale l'istrumento indicatore di zero,

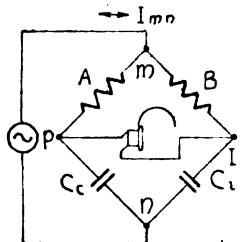



Fig. 2.

ha un'impedenza maggiore della sorgente di energia, bisogna connetterlo fra i due punti opposti del ponte a cui corrisponde l'impedenza maggiore.

La fig. 2 dà il dispositivo dovuto a De Sauty per il confronto di due capacità.

Conviene che la capacità nota C_c sia il più possibile prossima alla incognita C_i. Per C_c si può usare un condensatore variabile; se

(¹) M. LA ROSA e A. SELLERIO – « Effet galvanomagnétique parallèle aux lignes de force et normal au courant » – *C. R.*, 170, pag. 1447 (1920).

invece si ha un condensatore fisso, occorre variare A e B, che è bene siano costruite in forma di filo con corsoio.

Se le due capacità hanno fattore di potenza diverso, o in generale per impedenze comprendenti capacità e resistenza ohmica, è meglio ricorrere allo schema di fig. 3 del Wien. Una resistenza r variabile è connessa a un commutatore in modo che può far parte del braccio

$$\frac{Z_i}{Z_c} = \frac{R_i}{R_c} = \frac{B}{A} = K \qquad \omega = 2\pi f$$

$$C_i = \frac{A}{B} C_c = \frac{C_c}{K} \qquad I_i = \frac{A I_{mn}}{A+B} = \frac{I_{mn}}{K+1}$$

$$Z_{mn} = \frac{A}{A+B}(A + Z_c) = \frac{K}{K+1}\left(A R_c - j\frac{1}{\omega C_c}\right)$$

$R_i - j\frac{1}{\omega C_i}$

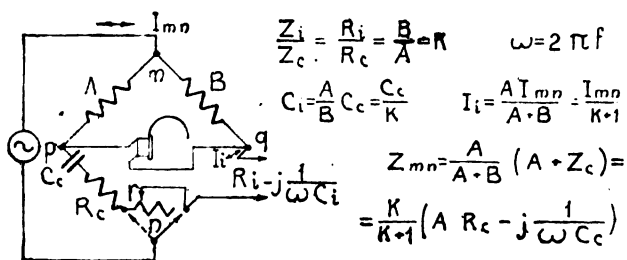



Fig. 3.

C_c noto, oppure del C_i incognito. Usando per C_c un condensatore di mica si può generalmente trascurare la componente ohmica propria e tenere perciò R_c eguale alla componente r esterna al condensatore. Con condensatori di carta la resistenza propria non è più trascurabile.

Lo schema di fig. 4 con la resistenza R_c in parallelo col condensatore si presta specialmente per la misura dell'ammettenza permettendo di determinare più direttamente la conduttanza $\left(g_i = \frac{A}{B R_c}\right)$ la suscettanza $(b_i = \omega C_i = \frac{A}{B} \omega C_c)$ e l'ammettenza $\left(Y_i = \frac{A}{B} Y_c\right)$.

$$\frac{B}{A} = K \qquad \omega = 2\pi f \qquad m = R_c \omega C_c$$

$$G_i = \frac{1}{K R_c} \qquad C_i = \frac{C_c}{K} \qquad R_i = \frac{K R_c}{1+m^2}$$

$g_i + j\omega C_i$ oppure $R_i - j X_i$

$$X_i = m R_i = \frac{m K R_c}{1+m^2}$$

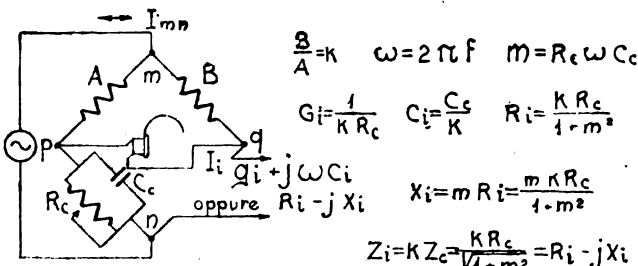
$$Z_i = K Z_c = \frac{K R_c}{\sqrt{1+m^2}} = R_i - j X_i$$

C_i è un condensatore (suscettanza ωC_i) in parallelo con conduttanza G_i

Fig. 4.

La scelta fra lo schema 3 e lo schema 4 dipende dagli apparecchi che si hanno a disposizione. In generale nello schema 4 la capacità campione necessaria può essere alquanto minore che collo schema 3. Una resistenza in parallelo con una capacità produce un aumento di capacitanza. Questo fatto permette di usare nello schema 4 un condensate C_c fisso, facendo variare R_c; ma occorre allora introdurre una resistenza r addizionale come nello schema 3 e variabile per compensare le variazioni della resistenza ohmica col variare di R_c.

Contrariamente a quanto avviene colla capacità, il mettere una resistenza in parallelo con una induttanza ci permette di ottenere una diminuzione di induttanza effettiva.

Lo schema 5 indica il mezzo per misurare la frequenza usando

$$\frac{B}{A} = K \qquad \text{per l'equilibrio } f = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{R_2 - K R_1}{K R_1 R_2^2 C_2^2}} = \frac{1}{2\pi\sqrt{\frac{C_1 C_2 R_2^2}{K} - R_2^2 C_2^2}}$$

se $R_2 = 2R_1$ allora $C_1 = 2C_2$

$$f = \frac{1}{2\pi C_2 R_2}\ ; \quad \text{Se } R_2 = 500\ \text{ohm}\ ;\ R_1 = 1000\ \text{ohm}$$

$$f = \frac{1000}{2\pi C_2} = \frac{159.2}{C_2} \quad (C_2 \text{ in } \mu F)$$

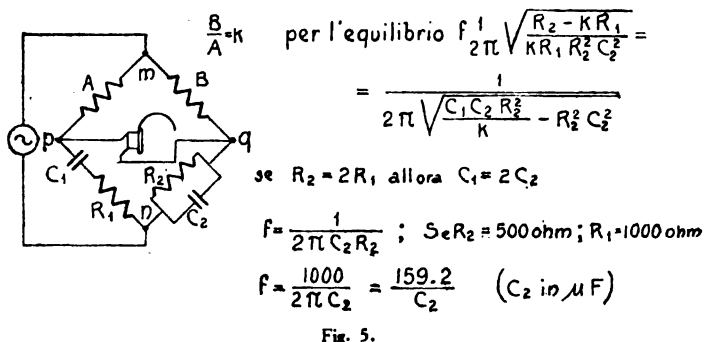



Fig. 5.

solo resistenze e capacità. La formula generale è complicata ma diviene assai semplice facendo $R_2 = 2R_1$. Un metodo analogo si otterrebbe usando invece che capacità, delle induttanze di piccola resistenza ohmica.

Lo schema 6 dovuto a Maxwell è un ponte per la misura di impedenze induttive. Si può usare una induttanza L_c fissa, variando A e B oppure una induttanza variabile ricorrendo se occorre, a una resistenza in parallelo pei valori inferiori ad L_c. Per misure di induttanze superiori a $K L_c$, si può mettere un condensatore di capacità nota C' in serie colla induttanza L_i da misurare: allora l'induttanza da misurare sarà data dal valore $K L_c + \frac{1}{\omega^2} C'$.

Lo schema 7 dato da Maxwell permette di misurare una impedenza induttiva in funzione di resistenze e di capacità, o viceversa. Generalmente i termini variabili sono R_c e C_c ma l'equilibrio si può anche ottenere variando gli altri elementi A, B od L_i.

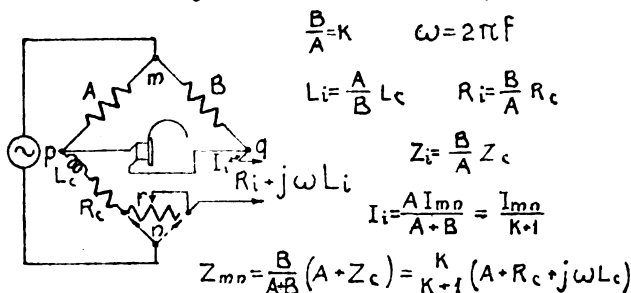



Fig. 6.

Una variazione del metodo precedente è rappresentata nello schema 8, detto ponte di Anderson. Variando r, si può usare un condensatore fisso C_c per misurare impedenze induttive entro limiti assai larghi. Quando r è grande, conviene scambiare gli attacchi della corrente e dell'apparecchio.

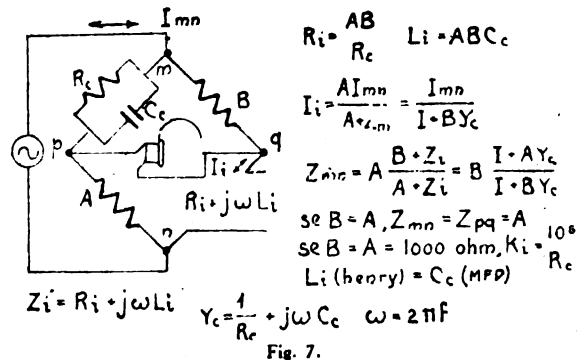



Fig. 7.

Lo schema 9 è utile per misurare rapidamente e successivamente impedenze di induttanza, o di capacità. Il condensatore C_c può essere connesso a sinistra realizzando ancora lo schema 4 per misure

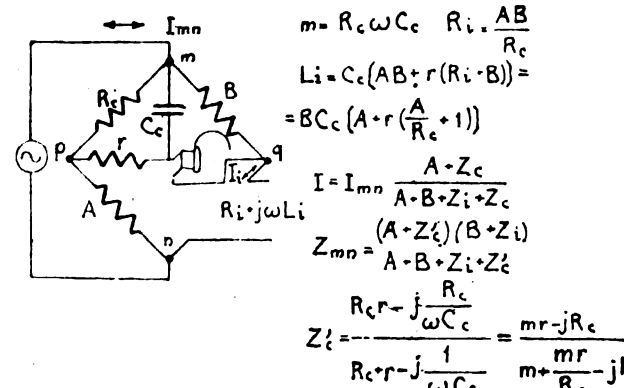



Fig. 8.

di capacità; oppure può essere connesso a destra fra n e q per misurare una impedenza L_i. Valgono nei due casi le stesse formule, cambiando il segno della reattanza X_i, purchè K sia lo stesso nei due casi. Lo schema può anche servire per misure di frequenza.

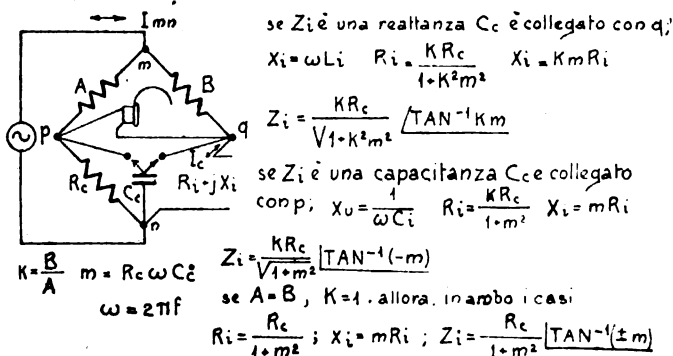



Fig. 9.

Lo schema 9 si può chiamare un ponte a risonanza. Molto noto è lo schema 10 pure a risonanza e che serve a misurare impedenze induttive $(R_i + j\omega L_i)$, o di capacità $\left(R_i - j\frac{1}{\omega C_c}\right)$ usando

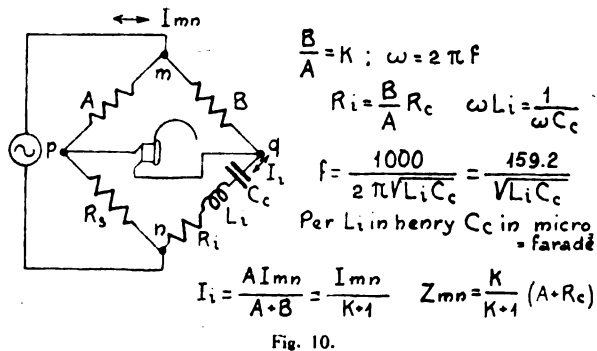
capacità C_c o induttanze L_i variabili in serie per realizzare le condizioni di risonanza nel braccio $n\ q$. Serve anche per misure di frequenza usando un condensatore fisso e una bobina di induzione variabile, o viceversa.

$$\frac{B}{A} = K\ ;\ \omega = 2\pi f \qquad R_i = \frac{B}{A} R_c \qquad \omega L_i = \frac{1}{\omega C_c}$$

$$f = \frac{1000}{2\pi\sqrt{L_i C_c}} = \frac{159.2}{\sqrt{L_i C_c}}$$

Per L_i in henry C_c in micro = faradě

$$I_i = \frac{A I_{mn}}{A+B} = \frac{I_{mn}}{K+1} \qquad Z_{mn} = \frac{K}{K+1}(A+R_c)$$

Fig. 10.

I metodi descritti possono anche servire per misure di induzione mutua. Consideriamo due circuiti di impedenza Z_1 e Z_2 e di impedenza mutua Z_m. Connettendoli in serie l'impedenza totale risulta $Z_a = = Z_1 + Z_2 - 2 Z_m$. Invertendo le connessioni di uno dei due circuiti l'impedenza totale diventa:

$$Z_b = Z_1 + Z_2 + 2\ Z_m.$$

Dalle due relazioni ricaviamo:

$$Z_m = \frac{Z_b - Z_a}{4}.$$

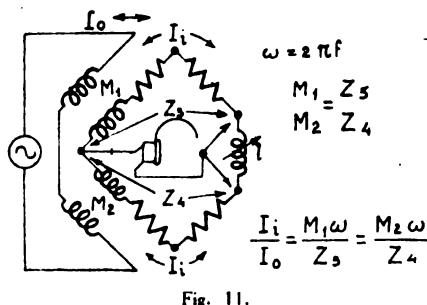
Se i due circuiti hanno un estremo in comune, per esempio a terra, il procedimento esposto non si può seguire. Però misurando Z_1, Z_2 e Z_a si può ricavare

$$2\ Z_m = Z_1 + Z_2 - Z_a.$$

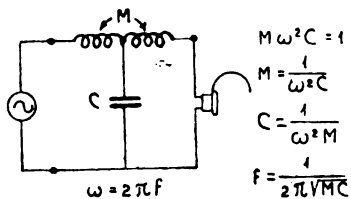
Si potrebbe anche misurare l'impedenza $Z_{1,2-0}$ dai due estremi liberi in parallelo al termine comune ma si ottiene una formula un po' complicata

$$Z_m = Z_{1\cdot 2-0} \pm \sqrt{Z_{1\cdot 2-0} + Z_1\ Z_2 - Z_{1\cdot 2-0}\ (Z_1 + Z_2)}$$

Il confronto diretto di due mutue induttanze si può eseguire collo schema 11 (dovuto a Maxwell). Le impedenze Z_3 e Z_4 comprendono naturalmente le reattanze induttive e le resistenze esistenti

Fig. 11.

nei relativi bracci. La piccola induttanza variabile l, che può esser fatta entrare in Z_3 o in Z_4, è necessaria per rendere eguale lo sfasamento in Z_3 e in Z_4.

Il circuito di fig. 12 è assai comodo per determinare la frequenza in funzione di una induttanza mutua e di una capacità, o per mi-

Fig. 12.

surare una di queste se la frequenza è nota. La resistenza ohmica di M e di C deve essere assai piccola. Inoltre il metodo non serve se la forza elettromotrice indotta in M non è in quadratura colla corrente primaria, o se non è tale il potenziale nel condensatore. Non è applicabile ad esempio per bobine a nucleo di ferro.

Un altro ponte (dovuto a Carey Foster) per confrontare una induttanza mutua con una capacità è indicato in fig. 13. La frequenza non entra nelle formule. Serve anche a determinare la resistenza del braccio contenente il condensatore così che se ne può dedurre l'effettiva resistenza del condensatore e quindi il suo fattore di potenza.

In figura 14 è rappresentato lo schema dovuto a Heaviside per confrontare una induttanza mutua con una induttanza. Il Campbell lo applicò alla misura di piccole induttanze. Prima si mette il ponte in equilibrio tenendo n - n' in corto circuito. Poi si introduce fra n ed n' la induttanza da misurare e si osserva la variazione di M_o necessaria per ripristinare l'equilibrio. E' necessario che la autoinduttanza L_c del secondario rimanga costante.

Per la misura di piccole impedenze, per esempio nel determinare la conduttività di elettroliti, si può usare il doppio ponte di Lord Kelvin (fig. 15).

Quando vi sia anche un effetto di capacità, come negli elettroliti, può esser necessario di disporre in parallelo colla resistenza campione un piccolo condensatore, per poter ottenere un equilibrio perfetto.

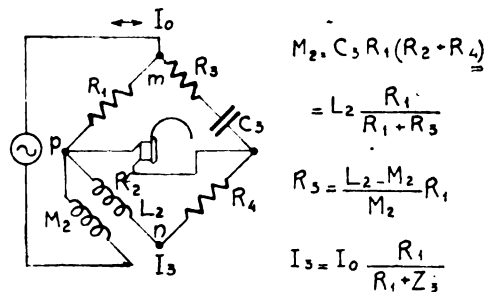
Fig. 13.

Spesso occorre misurare la differenza di due impedenze o di due ammettenze; per es., per i due rami di un circuito rispetto alla terra. Il metodo più ovvio è di misurare separatamente le due impedenze. Se però occorre conoscere soltanto il rapporto delle due impedenze, se gli sfasamenti sono presso che uguali, i tipi di ponte 2, 3

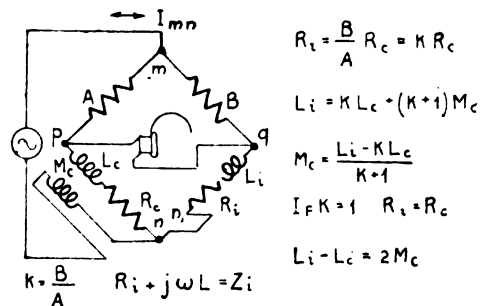
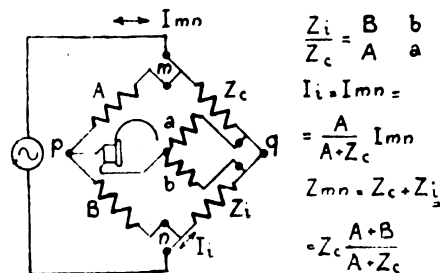
Fig. 14.

ecc. aventi i due termini del rapporto A e B in bracci adiacenti, permettono la misura del rapporto delle impedenze degli altri due bracci, mediante la determinazione del rapporto $\frac{B}{A}$ necessario per l'equilibrio. Ma questo metodo diventa inadatto se gli sfasamenti sono diversi nelle due impedenze da misurare.

Fig. 15.

La fig. 16 mostra un ponte che permette di determinare le componenti di conduttanza e di capacitanza di due ammettenze Y_a e Y_b. Come si vede in figura una capàcità C può essere aggiunta a un lato e tolta dall'altro contemporaneamente. Invece del condensatore speciale indicato in figura si può usare un condensatore comune connettendolo alternativamente fra p ed n o fra q e n. Raggiunto l'equilibrio la lettura di C e di r permette di ottenere la differenza fra le due ammettenze Y_a ed Y_b.

Nelle relazioni precedenti si sono sempre considerati i due bracci A e B come due resistenze ohmiche pure. Si noti però che nei casi in cui A e B sono in bracci adiacenti, essi possono essere anche costituiti da due impedenze di eguale sfasamento, senza dover alterare le formule.

L'apparecchio più in uso per riconoscere l'equilibrio, è il telefono. Serve bene per frequenze da 300 a poche migliaia di periodi per secondo. Si può usare anche a frequenze più basse ma occorre un'onda assolutamente pura di armoniche. Si è cercato di applicare il telefono anche ai ponti per corrente continua mediante dispositivi che facessero variare l'impedenza dell'apparecchio ricevitore con una frequenza tale da rendersi percettibile all'orecchio. Si usò da prima un

interruttore a ruota dentata. Attualmente si preferisce connettere in serie col ricevitore, un trasmettitore telefonico: questo viene eccitato con una frequenza percettibile (ad esempio 800 periodi) e fa variare così l'impedenza nel braccio del ponte in cui è inserito il ricevitore.

Per frequenze oltre i limiti di audibilità si ricorre all'interferenza. Il ricevitore viene eccitato oltrechè dalla corrente del ponte anche da una sorgente ausiliaria di frequenza tale che le interferenze fra le due onde abbiano una frequenza da poter essere udite.

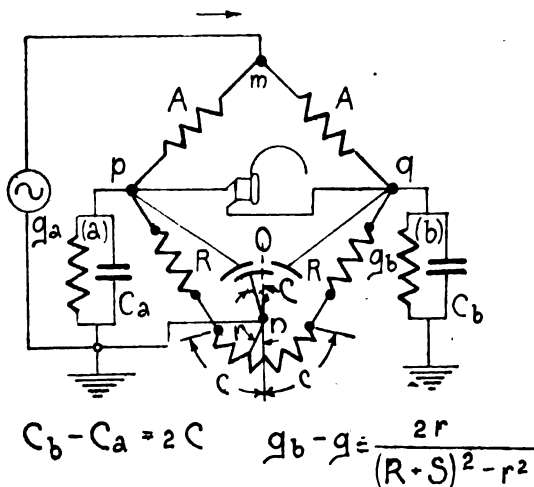



Fig. 16.

Spesso, e specialmente pei ponti del tipo a risonanza (es. fig. 10), è vantaggioso purificare l'onda di corrente che si introduce onde liberarla dalle armoniche. Il metodo più semplice è di inserire una bobina di induzione e un condensatore in serie colla sorgente di energia. Si può anche mettere la diagonale del ponte in cui è inserito il ricevitore, in condizioni di risonanza per la frequenza colla quale si sta operando.

Per lavori di precisione specialmente a basse frequenze si impiegò con successo un galvanometro a vibrazione.

Colle alte frequenze diventa difficile proteggersi contro le perturbazioni dovute alle azioni fra i lati del ponte e la terra. Una precauzione utile è quella di connettere la sorgente di energia al ponte per mezzo di un trasformatore col punto neutro a terra. Così pure il ricevitore può essere connesso al ponte mediante un trasformatore.

R. S. N.

* *

TELEGRAFIA, TELEFONIA, SEGNALAZIONI.

H. ABRAHAM e E. BLOCH. — **Amplificatori a bassissima frequenza e oscillografi a penna – Loro applicazione alla ricezione dei segnali r. t.** (R. G. E. n. 7 – 8 – 14 e 21 febbraio 1920, pag. 211 255).

Gli A. A. rilevano come oggi, necessariamente, si ritorni alla ricezione meccanica dei segnali r. t. La necessità deriva dal fatto che la r. t. è ormai entrata nell'uso commerciale, e s'impone quindi di portare al massimo il rendimento delle stazioni, aumentando il più possibile la celerità delle trasmissioni. L'orecchio umano diviene insufficiente, e deve sostituirsi con apparecchi meccanici. Questi sono oggi possibili grazie all'aumentata potenza degli impianti, e all'uso di onde persistenti, a mezzo delle quali, con opportuni dispositivi elettrici o meccanici, si possono fortemente attenuare gli effetti dei disturbi atmosferici.

Un primo sistema di registrazione dei segnali può essere tale da ridurre ancora la ricezione a una lettura acustica dei segnali stessi. Il telefono di ricezione trasmette il suono, con l'intermediario della lamina vibrante, al rullo di cera di un fonografo: questo è poi fatto svolgere a velocità ridotta, in modo da rendere il segnale percettibile all'orecchio.

Un altro sistema, invece, può essere basato su una registrazione fotografica dei segnali. Il telefono ordinario è sostituito da un galvanometro o elettrometro, di cui l'organo mobile sufficientemente leggero e smorzato possa seguire fedelmente e senza ritardo i segnali più rapidi. Un fascio luminoso è avviato sulla parte vibrante, e da questo, riflesso su di una striscia di carta fotografica, la quale scorre in direzione normale ai movimenti dell'immagine.

Gli A. A. hanno invece sperimentato un oscillografo a penna e un apparato Morse in parte modificato, azionandoli direttamente con amplificatori a valvola. La cosa fu resa possibile spingendo al massimo l'amplificazione, aggiungendo all'ordinaria amplificazione fatta sull'alta frequenza e sulla frequenza musicale un'altra amplificazione a bassissima frequenza, fatta cioè sulle correnti raddrizzate che seguono il ritmo stesso dei punti e linee dei segnali Morse. Gli A. A. si sono serviti per la ricezione di un semplice telaio, anzichè di un'antenna r. t. E' più facile infatti con esso scegliere la posizione relativa più favorevole del circuito di ricezione e degli amplificatori, evitando le loro mutue reazioni di capacità e induttanza; si evitano inoltre i segni parassiti prodotti dall'antenna stessa, e si elimina più agevolmente il fruscio, sfruttando le proprietà radiogoniometriche del telaio. Gli A. A. descrivono i tipi diversi di amplificatori di cui essi si sono serviti e danno norme e avvertenze circa il loro uso; passano quindi a esporre il concetto e le modalità dell'amplificazione a bassissima frequenza.

Supposto che la corrente di frequenza musicale, cioè quella che è generalmente ricevuta al telefono, sia invece a sua volta raddrizzata, ne risulterà una nuova corrente che varierà col ritmo dei punti e linee dell'alfabeto Morse e precisamente una corrente intermittente simile alle ordinarie correnti telegrafiche, e di cui la parte variabile si potrà paragonare a una corrente alternata di bassissima frequenza. Se sarà quindi possibile costruire un amplificatore capace di amplificare tale corrente, esso potrà essere messo in circuito con gli ordinari amplificatori e l'amplificazione totale sarà così spinta a un grado molto più elevato.

Posto così il problema, gli A. A. prospettano due soluzioni: La prima consiste essenzialmente nel dare all'amplificatore una grandissima costante di tempo, che sia cioè dell'ordine di alcuni secondi. Il risultato è ottenuto con amplificatori del tipo a resistenza (1), e i valori desiderati delle costanti di tempo sono raggiunti aumentando convenientemente le capacità di collegamento fra le successive valvole. Tali capacità variano secondo i casi da 0,1 a 2 microfarad; le griglie sono mantenute come il solito ad un potenziale medio, poco diverso da quello del polo negativo della batteria di accensione, attraverso a delle resistenze di circa 4 megaohm, in modo che l'insieme costituito da resistenza e capacità si carica e si scarica con una costante di tempo che può comodamente raggiungere anche parecchi secondi. La figura 1 rappresenta lo schema di un amplificatore a bassissima frequenza di tale tipo a 8 valvole e a 5 stadi di magnificazione. Le valvole *A*, *B*, *C*, possono essere messe in parallelo con la 1 che è l'ultima valvola amplificatrice; altre valvole amplificatrici sono le 2, 3, 4 e 5 e possono essere progressivamente inserite o escluse, a seconda del grado di amplificazione che si vuole raggiungere.

La seconda soluzione consiste nel costruire un amplificatore in cui le lamine anodiche delle valvole sono ancora alimentate attraverso a grandi resistenze, ma le variazioni di tensione non sono più trasmesse alle griglie successive con l'intermediario di condensatori, bensì attraverso una batteria ausiliaria, il cui ufficio è quello di portare ciascuna griglia al potenziale più favorevole per il funzionamento. Si ha allora ciò che gli A. A. chiamano « amplificatore a corrente continua ».

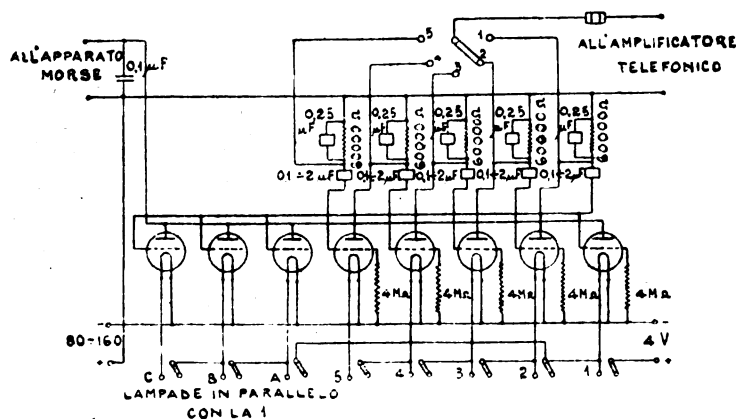



Fig. 1.

Essi considerano poi due diversi dispositivi per la registrazione meccanica dei segnali, a seconda che si tratti di stazioni potenti e relativamente vicine, come le stazioni europee, oppure di stazioni americane. Nel primo caso basta una sistemazione di circuito relativamente semplice, e non è necessaria alcuna speciale regolazione. Il circuito oscillante di ricezione è direttamente collegato al primo amplificatore. Questo è munito di un telefono spia, che permette di raggiungere una prima risonanza, dopo di che si inserisce l'amplificatore a bassissima frequenza, e dopo questo l'apparecchio registratore. Le segnalazioni estranee non disturbano affatto, finchè esse rimangono di intensità inferiore a quella che si vuol ricevere. In caso diverso non vi è altra risorsa, con questo dispositivo, che quella di sregolare alquanto la risonanza, e cambiare l'orientazione del telaio. Con questi due mezzi si riesce in genere a eliminare sufficientemente i disturbi. Gli A. A. hanno potuto ricevere da Nauen, mentre trasmetteva la torre Eiffel, la quale era a soli 3 km dal posto ricevente. La registrazione era fatta a mezzo di carta affumicata, su cui strisciava la punta dell'oscillografo. I parassiti causavano dei rapidi guizzi della punta che venivano a sovrapporsi alla trasmissione, ma che non impedivano affatto la lettura dei segnali.

Gli A. A. rilevano a questo punto, come le striscie di carta affumicata possano riuscire utilissime per costituire grandi resistenze antinduttive, variabili dentro vasti limiti, con l'intensità di annerimento della carta stessa, e come esse siano preferibili a quelle realizzate con tratti di inchiostro di China su carta, o con tratti di grafite su carta o su vetro.

(1) *L'Elettrotecnica*, 5 ottobre 1919, vol. VI, n. 28, pag. 612 e *Bollettino R. T.*, n. 6, pag. 121.

Gli A. A. mettono poi a confronto l'uso dell'oscillografo con quello dell'apparato Morse, e trovano il primo decisamente preferibile, sia per la maggiore sensibilità, sia per il minor disturbo che in esso generano le onde parassite. Per la registrazione dei segnali della stazioni americane gli A. A. sono ricorsi a un altro dispositivo di circuito, in cui hanno spinto al massimo la sintonia. In esso l'amplificazione è fatta sull'alta frequenza, ed è reso minimo il decremento, restituendo al circuito oscillante l'energia dissipata per effetto Joule. Ciò è ottenuto collegandolo convenientemente ai circuiti di griglia e di placca di una valvola, costituendo cioè il cosidetto circuito rigeneratore. Un dispositivo pratico è quello rappresentato in fig. 2). La

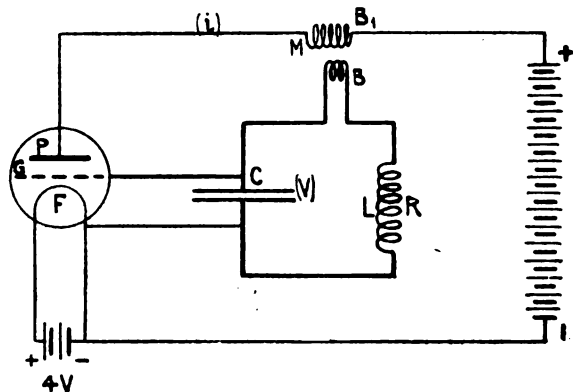



Fig. 2.

rigenerazione è ottenuta a mezzo del trasformatore senza nucleo *B. B.* collegante il circuito di placca al circuito oscillante [2]. E' facile vedere come con tale sistemazione, si venga a introdurre in circuito una resistenza negativa e ne risulti quindi fortemente aumentata l'acutezza di risonanza, la quale dipende dal valore di $\frac{\omega L}{R}$. A conferma di ciò gli A. A. riportano il diagramma della fig. 3 in cui le curve I e II si riferiscono rispettivamente al caso del circuito libero e del circuito munito del dispositivo di rigenerazione.

Sulle ascisse sono portate le lunghezze d'onda e sulle ordinate i rapporti fra la tensione alle armature del condensatore e il valor massimo che tale tensione raggiunge nella condizione di risonanza. La disposizione di circuiti usata è quella rappresentata in fig. 4. Gli A. A. hanno con esso ottenuto, senza alcuna difficoltà, la registrazione meccanica dei segnali di Annapolis e New Brunswich senza constatare alcun disturbo, nemmeno durante le trasmissioni della torre Eiffel, di Lione e di Carnarvon. Per quanto riguarda l'onda di riposo (staz. ad arco di Annapolis), che non differisce che di 100 metri (1/2 per 100) dall'onda di lavoro, la sua eliminazione è risultata completa; l'apparecchio risponde a volontà, ed esclusivamente a quella delle due onde sulla quale è messo in risonanza.

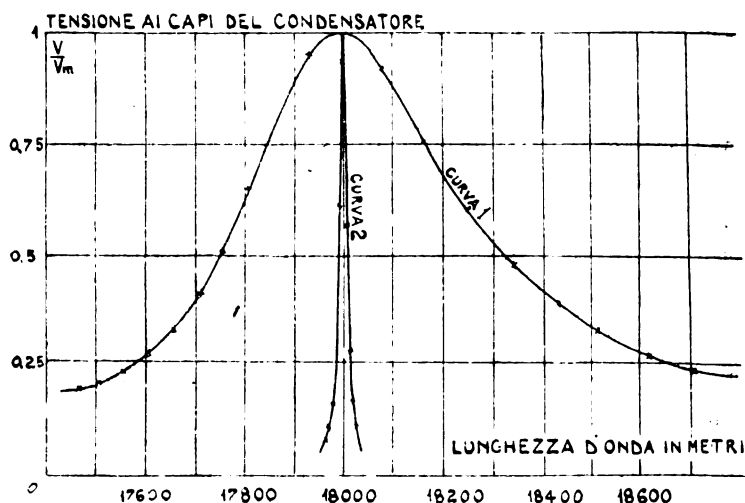



Fig. 3.

Condizione indispensabile per il raggiungimento di una sintonia così spinta, è soltanto che si tratti di ricevere onde persistenti e che la stazione trasmettente abbia a sua volta una sufficiente purezza e costanza di lunghezza d'onda.

[2] Il circuito in figura equivale esattamente a quello riportato in fig. 8, pag. 50 de *L'Elettrotecnica* 25 gennaio 1917, vol. III e corrisponde al funzionamento della valvola come generatrice con accoppiamento induttivo e circuito oscillante sulla griglia. Si capisce come stringendo l'accoppiamento fino al punto di innescare quasi le oscillazioni autogene si possa praticamente annullare la resistenza del circuito oscillatorio per la frequenza per cui è regolato.

(*N. d. R.*).

Gli A. A. rilevano come gli amplificatori a valvola esercitino una funzione importantissima nell'eliminazione dei fruscii e dei disturbi atmosferici e ciò per la proprietà delle valvole stesse di avere un limite di funzionamento e una corrente di saturazione. Se la griglia di

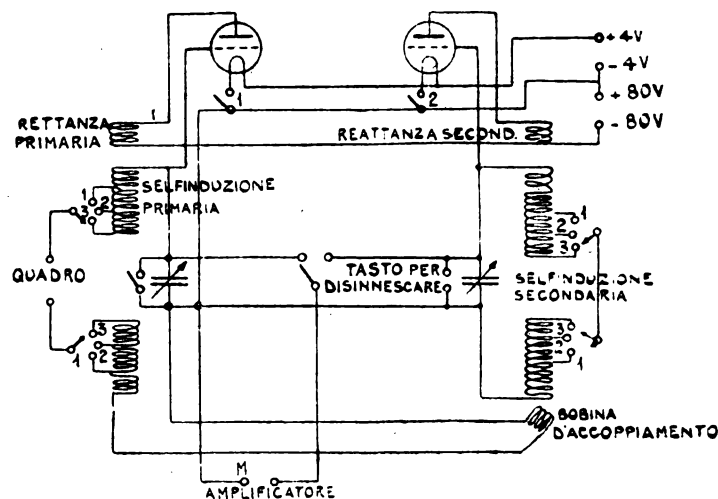



Fig. 4.

una lampada è resa sufficientemente negativa, rispetto al filamento, nessuna corrente potrà essere erogata dal circuito di placca, e così, se la griglia è resa sufficientemente positiva, la corrente di placca assumerà un valore massimo, detto appunto corrente di saturazione, e che non dipende che dal grado di incandescenza del filamento, e dalla tensione di placca, e che perciò è costante nelle condizioni abituali di funzionamento delle valvole. I rivelatori a valvola funzionano quindi fra due limiti e le cause perturbatrici estranee si arrestano di fronte a questi limiti stessi. Ciò s'intende nel caso che l'ultima valvola amplificatrice azionando l'apparecchio registratore funzioni per « tutto o nulla », vale a dire che l'amplificazione sia sufficientemente spinta, perchè la corrente di placca oscilli fra il suo valore massimo e il valore zero.

Gli A. A. da ultimo rilevano come la potenza ricavabile dalle valvole sia limitata dal valore relativamente piccolo delle correnti di placca e come sia logico pensare all'utilizzazione di valvole in cui con un vuoto poco spinto si possano avere delle correnti non pura-

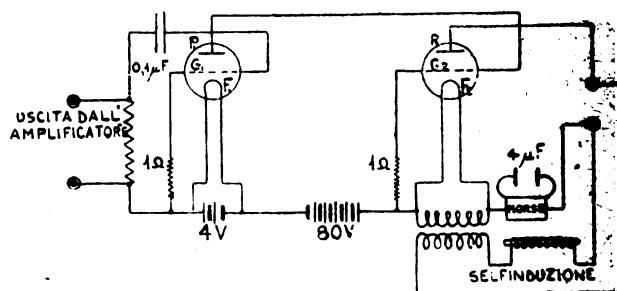



Fig. 5.

mente elettroniche ma di carattere disruptivo (ionizzazione per urto). Esperimenti fatti in America e in Francia, con le così dette lampade Tungar, hanno dimostrato che una lampada ad argon a filamento di tungsteno e anodo di carbone funziona come raddrizzatore di corrente. Queste lampade presentano la caratteristica di dare origine a una scarica disruptiva che, secondo il valore della tensione di placca, assume l'aspetto di un effluvio luminoso oppure di un vero arco. Si possono così ottenere delle correnti di placca dell'ordine di $\frac{1}{10}$ di A; di più si osserva che l'arco, una volta innescatosi, non si spegne nè variando il voltaggio di griglia, nè diminuendo l'incandescenza del filamento. E' notevole però che un voltaggio negativo alla griglia, se non riesce a spegnere l'arco, una volta innescato, gli impedisce di innescarsi di nuovo una volta spento. Perciò se si usa una tensione anodica alternativa, l'arco si spegne ad ogni periodo (quando cioè la tensione anodica diventa negativa) e si riaccende se la tensione di griglia è positiva, non si riaccende se essa è negativa. In base a questi fenomeni gli A. A. hanno sperimentato delle valvole ad argon costruite usando le stesse valvole ordinarie a tre elettrodi. Alimentando una di tali valvole con corrente alternata e sistemandola fra l'apparato Morse da azionare e un amplificatore a bassissima frequenza, dopo aver shuntato la macchina Morse con un condensatore da 4 μF gli A. A. hanno ottenuto un funzionamento soddisfacente. La disposizione di circuito usata è quella indicata in fig. 5.

Gli A. A. concludono affermando che tali lampade potranno essere usate come relais robusti e potenti.

U. So.

:: :: :: CRONACA :: :: ::

IMPIANTI.

La maggior caduta utilizzata negli impianti idroelettrici. — E' probabilmente quella dell'impianto di Fully, situato a pochi chilometri da Martigny, nella valle del Rodano. L'impianto è alimentato da un lago alpino a 2150 m sul livello del mare, per mezzo di una conduttura di circa 4.6 km di lunghezza, raccordata con un tunnel di 500 m di lunghezza, in parte sotto pressione. Il salto utilizzato è di 1650 m. La centrale elettrica contiene quattro ruote Pelton di 2300 kW, accoppiate con altrettanti alternatori.

E. C.

MATERIALI.

L'acciaio K. S. per magneti. — Un nuovo tipo di acciaio, notevole per possedere una elevatissima forza coercitiva ed un intenso magnetismo residuo, è stato recentemente inventato da H. Takagi e K. Honda. Tale tipo di acciaio, al quale gli inventori hanno dato la denominazione di « acciaio per magneti K. S. », supera per le sue proprietà tutti quelli finora conosciuti, fra i quali quello al tungsteno. Il nuovo tipo di acciaio contiene da 0,4 a 0,8 per cento di carbonio, da 30 a 40 per cento di cobalto, da 5 a 9 per cento di tungsteno e da 1,5 a 3 per cento di cromo. Essendo alquanto fragile, la sua forgiatura richiede grande cautela; colla debita pratica esso può però essere forgiato con qualunque forma. Può essere temperato a 950° C. in un bagno di olio pesante, e può essere impiegato per i magneti permanenti degli strumenti elettrici quasi senza nessun trattamento termico. Esso è meccanicamente molto duro ed ha una microstruttura molto omogenea; perciò non si magnetizza facilmente, ma una volta fortemente magnetizzato, presenta un elevatissimo magnetismo residuo, che non può essere facilmente diminuito. Dopo la tempera, la curva di isteresi racchiude un'area molto grande e la perdita per isteresi è circa tripla che nel migliore acciaio al tungsteno. L'acciaio K. S. è inoltre praticamente insensibile al riscaldamento prolungato (per es. in acqua bollente) e agli urti ripetuti. Dopo 8850 cadute sopra un piano di calcestruzzo da un metro di altezza, un campione temprato e fortemente magnetizzato ha presentato una diminuzione nell'intensità del magnetismo residuo del 6 per cento.

E. C.

★

Una nuova lega di rame e alluminio. — La Aktiebolaget Skandinaviska Armatur-fabriken ha inventato ed esperimentato una nuova lega di rame e alluminio, alla quale ha dato il nome di « alcobronze ». Essa ha il colore e la lucentezza dell'oro, e, secondo quanto viene affermato, è più resistente, tenace e dura di qualunque altro bronzo, e può essere lavorata, forgiata e laminata comunque senza deteriorarsi. Essa inoltre resiste all'azione dell'aria, degli acidi e dell'acqua di mare, essendo per ciò particolarmente adatta per la costruzione di parti di navi, eliche, condensatori, parti di macchine, cuscinetti, strumenti chirurgici, pattini, oggetti ornamentali etc.

E. C.

★

Una nuova lega per utensili. — E' stata sperimentata a Sheffield con interessanti risultati una nuova lega per utensili, la quale ha dato, rispetto agli utensili in acciaio rapido, un rendimento di circa 970 per cento. La lega a cui l'inventore, H. S. Cooper, ha dato il nome di « cooperite », è a base di nichel, in sostituzione del ferro e contiene inoltre zirconio, molibdeno, tungsteno, silicio e alluminio. Viene prodotta in un forno a circa 1700° C. e raccolta in piccoli stampi, e può essere impiegata in tutte le macchine utensili e nelle trafile.

E. C.

★

Un processo di nichelatura dell'alluminio. — Il seguente processo di nichelatura dell'alluminio è descritto negli Annales de Chimie Analytique. Si immerge l'alluminio per due minuti in una soluzione a freddo di ammoniaca e cianuro di potassio. Si lava quindi il metallo con una spazzola in latte di calce fino a che la sua superficie prenda un colore uniforme bianco brillante. Si lava di nuovo con una spazzola in acqua, in modo da eliminare ogni traccia di calce, e si immerge il metallo in un bagno acido di cloruro di manganese e cloruro di ferro o di manganese che funziona come mordente per fissare il nichel sull'alluminio. Dopo un'immersione nel bagno acido di due a tre minuti, si risciacqua il metallo con acqua e si immerge nel bagno di nichelatura costituito da solfato di nichel e da anodi di piastre di nichel laminato. La tensione impiegata deve essere compresa fra 2,5 e 3 volt, per ottenere un deposito aderente. La densità di corrente deve essere compresa fra 1 e 1,5 amper per decimetro quadrato. Per oggetti di media grandezza il trattamento dura da un'ora a un'ora e mezza, ed è seguito da un lavaggio in acqua bollente e una essiccazione con aria compressa.

E. C.

MISURE: METODI ED ISTRUMENTI.

Indicatore cromotermico dell'intensità massima di corrente. — E' spesso utile conoscere l'intensità massima, media o istantanea che ha percorso alcuni conduttori o reti di conduttori. Gli apparecchi registratori ordinariamente impiegati per questo scopo hanno in generale un elevato prezzo che in molti casi ne impedisce l'impiego; oltre a ciò essi sono ingombranti e richiedono ricambio di carta o spostamenti dell'indice. L'indicatore cromotermico, ideato dall'ing. C. E. A. Keenan, risolve il problema in modo molto semplice ed economico, impiegando un filo d'acciaio riscaldato dalla corrente, il quale prende una determinata colorazione che permette di dedurre l'intensità massima cercata. Il dispositivo è basato sul fatto che in un conduttore percorso da una corrente elettrica l'aumento di temperatura sull'ambiente è pressochè proporzionale al quadrato della intensità della corrente, e che un filo di acciaio riscaldato si ricopre di un sottilissimo strato di ossido (da 0,42 a 0,62 micron) i cui colori molto vivi (giallo, gola di piccione, violetto, bleu, verde, etc.), prodotti dall'interferenza dei raggi luminosi, permettono di determinare la temperatura massima alla quale è giunto il metallo. Dopo fatta una misura, perchè l'apparecchio sia pronto per un'altra determinazione basterà strofinare leggermente il filo di acciaio, dopo il raffreddamento, per es. con carta smerigliata finissima, per togliere lo strato infinitesimale di ossido colorato. Uno stesso ago può quindi servire moltissime volte senza bisogno di una nuova taratura. Dando al filo di acciaio differenti sezioni in varii tratti si può fare in modo che questi con una data corrente presentino contemporaneamente le varie colorazioni caratteristiche, le quali così si controllano reciprocamente.

L'apparecchio è naturalmente applicabile tanto con corrente continua che con corrente alternata e può servire per es. per controllare il massimo di corrente assorbito dagli utenti a forfait per apprezzare l'intensità nei feeder delle reti stradali, o nei conduttori di equilibrio, etc.

E. C.

RADIOTELEGRAFIA E RADIOTELEFONIA.

I progressi della radiotelegrafia e della radiotelefonia a bordo dei sommergibili. — I recenti progressi della radiotelegrafia non si riferiscono soltanto alla radiotelegrafia terrestre ordinaria, alla radiotelegrafia a bordo dei velivoli, ai radiogoniometri, ma anche a molte altre applicazioni che vanno continuamente perfezionandosi e che conducono a risultati veramente straordinarii. Una applicazione finora poco nota e molto interessante è l'utilizzazione della radiotelegrafia, tanto per la trasmissione quanto per la ricezione, a bordo dei sommergibili sia emersi, sia immersi. Questa applicazione fu naturalmente utilizzata durante la guerra, prima dai sommergibili alleati e poi da quelli tedeschi, i quali poterono, in pieno oceano, mantenersi in comunicazione (per la ricezione) colla stazione di Nauen. Dallo studio di questa applicazione risultò il fatto importantissimo che la radiotelegrafia permette la ricezione e la trasmissione anche da un sommergibile interamente sommerso ad una certa profondità.

I primi esperimenti di radiotelegrafia e radiogoniometria durante l'immersione furono fatti in Francia nel 1917. Si utilizzò per la ricezione un piccolo telaio con parecchie spine, annegato nel catrame e sistemato sul ponte. Fu possibile sentire a circa 2000 km di distanza e sotto quattro metri di acqua le grandi stazioni europee, come quella della Torre Eiffel, di Lione, di Nantes, di Roma, di Poldhu e di Nauen, la quale ultima si sentiva in tutto il Mediterraneo.

Dallo studio sistematico dei varii tipi di aereo che si potevano montare sui sommergibili risultò l'adozione di un tipo chiuso costituito da fili isolati uscenti dalla parte centrale del sommergibile per mezzo di due isolatori, e sostenuti da due alberi centrali dalle cui sommità vanno ciascuno ad una delle estremità del sommergibile, dove sono fissati e accuratamente saldati allo scafo che costituisce uno dei lati del telaio. Fu così possibile trasmettere e ricevere cogli ordinarii apparecchi r. t. tipo marina (con una lunghezza massima di ricezione di 16 km). Fu solo necessario impiegare speciali sospensioni per le valvole a vuoto a causa delle vibrazioni, e opportuni dispositivi per proteggerli dagli effetti di induzione. L'esperienza dimostrò che la profondità a cui l'antenna può essere immersa, senza che la comunicazione cessi, cresce colla lunghezza d'onda. Si potè mantenere la comunicazione fra due sommergibili interamente sommersi fino a 16 km di distanza con una lunghezza d'onda di 950 metri.

Per ciò che riguarda la radiotelefonia furono fatte recentemente interessanti esperienze presso la base americana di sommergibili di New-London alla presenza dei membri di quella associazione elettrotecnica. Si stabilì la comunicazione telefonica fra un idrovolante a parecchie centinaia di metri di altezza e un sommergibile immerso a varii metri di profondità. I membri dell'associazione elettrotecnica, che si trovavano sopra una torpediniera e sopra un mas, poterono seguire la conversazione fra l'idrovolante e il sommergibile. La stazione r. t. della torpediniera potè poi mettersi in comunicazione radiotelefonica tanto coll'idrovolante quanto col sommergibile.

Si può quindi affermare, che con questo mezzo un sommergibile può sempre comunicare con l'esterno ed è così annullato quell'isolamento che rendeva tanto precaria la navigazione subacquea.

E. C.

★

Stazione radiotelegrafica di grande potenza per il Belgio. — Il ministero postelegrafonico belga sta studiando l'impianto di una stazione radiotelegrafica intercontinentale che dovrà prender posto fra le più potenti finora costruite. La stazione trasmittente dovrà fare servizio permanente per tutte le ventiquattro ore colle grandi stazioni americane, facendo contemporaneamente servizio per dodici ore coll'Argentina e per otto ore col Congo. La minor durata di quest'ultimo servizio dipende, come è noto, dalle sfavorevoli condizioni atmosferiche che dominano nelle regioni equatoriali per la massima parte del giorno. Il Belgio dista circa 6000 km dagli Stati Uniti e dal Congo e circa 11 000 km dall'Argentina. E' prevista la trasmissione di 1 800 000 parole al mese, ossia di circa 60 000 parole al giorno, delle quali 35 000 cogli Stati Uniti, 10 000 con l'Argentina e 15 000 col Congo. La stazione avrà una potenza da 750 a 1000 kW, fornita o da una centrale apposita o dalle reti di distribuzione esistenti. Le antenne saranno di grandi dimensioni e sostenute da otto torri di acciaio alte 250 metri (50 metri meno della Torre Eiffel). Le antenne e i fabbricati della stazione occuperanno un'area di circa 1 km². Gli apparecchi potranno ricevere messaggi colle più diverse lunghezze d'onda, e potranno assicurare il servizio contemporaneo nelle due direzioni senza che la stazione ricevente sia disturbata dalla potente stazione trasmittente distante poche centinaia di metri.

E. C.

★

Variazioni nella direzione di propagazione delle onde elettromagnetiche molto lunghe. — Il valore pratico della radiogoniometria sarebbe sensibilmente attenuato da alcuni risultati sperimentali che A. Hoyt Taylor riferisce in uno Scientific Paper del Bureau of Standards.

Egli descrive infatti un dispositivo di compensazione, che ha potuto adattare ad un quadro ricevitore e che gli ha permesso di sostituire al metodo del massimo, applicato agli esperimenti di radiogoniometria, un metodo basato sul minimo di percezione dei segnali ricevuti, minimo reso rigorosamente nullo dall'azione del compensatore. Egli si è servito di questo apparato nella verifica del rilevamento delle stazioni trasmittenti di Annapolis e di New - Brunswick, ed ha constatato, nella determinazione delle posizioni apparenti di esse, differenze che possono raggiungere i 23°. Lo stesso A. attribuisce codeste anomalie a riflessioni e rifrazioni, che porzioni di onda subirebbero a contatto di strati atmosferici più o meno ionizzati, di guisa che tali onde disperse giungerebbero al quadro da tutte le direzioni dopo aver percorso differenti cammini: l'annullamento dei corrispondenti vettori, variabili nello spazio e nel tempo, richiederebbe quindi una rotazione supplementare del quadro, che si tradurrebbe per l'appunto in un apparente scarto nel rilevamento. Nel caso in esame gli errori erano forse resi più forti dal fatto, che le onde emesse dalle stazioni rilevate erano assai lunghe e precisamente di 13 000 e 16 000 metri.

A. Me.

★

TELEGRAFIA, TELEFONIA, SEGNALAZIONI.

Correnti ad alta frequenza sui fili. — In un articolo comparso nella *Phys. Rev.* (novembre 1919) J. O. Mauborghe ricorda che, fino dal 1910, il generale Squier eseguì alcuni esperimenti, i cui risultati infirmerebbero la preesistente e diffusa convinzione, per cui si riteneva non conveniente l'uso di correnti a frequenza elevata nella trasmissione di energia mediante conduttori di notevole lunghezza, opponendovisi il fenomeno dell'attenuazione che si manifesta in modo sensibile. In base a tali criteri si affermava l'impossibilità di utilizzare praticamente a tale scopo correnti di frequenza superiore ai 30.000 periodi al secondo.

Le frequenze adoperate dallo Squier per le sue prove erano invece di 100 000 periodi, ed esse avrebbero dimostrato la possibilità di agire contemporaneamente sopra un medesimo circuito con diversi generatori sintonizzati per differenti frequenze del suddetto ordine, senza reciproci disturbi. L'interesse che presenta il problema, particolarmente dal punto di vista militare, ha indotto a ripetere negli ultimi tempi gli esperimenti, per vedere se fosse stato possibile adattare al funzionamento multiplo alcuni attuali tipi di radiotelefoni e di apparecchi telegrafici. Il « Signal corps radio » degli Stati Uniti ne' suoi apparati a onde persistenti adopera come generatori i tubi a vuoto a tre elettrodi, e le potenze messe in giuoco sono assai piccole, non oltrepassando esse i 6 W, mentre le frequenze non superano i 500 000 periodi, valore molto più elevato di quelli fin qui usati per le trasmissioni multiple. Frequenze di tale ordine erano state già precedentemente giudicate inapplicabili, per la suddetta ragione della eccessiva attenuazione. Ma le prove eseguite sopra una linea telegrafica di circa 100 km, fra Washington e Baltimora, hanno dato risultati soddisfacenti; la parola giunge fortissima e chiara, e scompare il noto fenomeno della distorsione, tanto comunemente osservato nelle comunicazioni telefoniche a grandi distanze su conduttori; la sintonia del ricevitore è molto netta, e paragonabile in tutto e per tutto a quella che si ottiene nella ricezione di segnali emessi da una stazione radiotelegrafica a onde non smorzate. Questi vantaggi permettono il funzionamento su di una stessa linea di un certo numero di apparati sintonizzati per frequenze diverse. La frequenza utilizzata nelle prove descritte era di 600 000 periodi al secondo, e la corrente misurata in ciascuna delle stazioni trasmittenti era in media di 60 m A.

A. Me.

★

Radiotelefonia con filo. — Il generale George O. Squier, capo del Signal Corps americano, in una comunicazione fatta alla National Academy of Sciences di Washington il 27 aprile scorso, ha dato notizia di interessanti esperienze di radiotelefonia subacquea con filo. Il punto di partenza per queste esperienze è la considerazione che, poichè è possibile la comunicazione senza filo fra due sommergibili in immersione, il loro collegamento per mezzo di un filo di rame non dovrebbe avere altro effetto che di facilitare la propagazione delle onde elettriche fra le due stazioni immerse, per la maggiore conducibilità del filo rispetto a quella dell'acqua di mare. In base a tale considerazione si può anche ritenere che, se un filo è immerso nel mare o nel terreno e si manda in esso una corrente di alta frequenza, quali che siano le perdite che si verificano, esse devono essere minori di quelle che si hanno nella trasmissione radiotelegrafica nello spazio, il cui rendimento è estremamente basso.

Partendo da questi concetti, furono eseguite due esperienze fondamentali, riferite dal generale Squier nel modo seguente.

Nel primo esperimento, della massima semplicità, un filo nudo di bronzo fosforoso di un millimetro di diametro, come quello usato per le antenne da campo, fu posato attraverso il fiume Potomac da una riva all'altra lasciandolo poggiare sul fondo del fiume. Un apparato radiotelefonico e radiotelegrafico normale fu collegato direttamente a ciascuna estremità del filo, per trasmettere da un'estremità e ricevere dall'altra. All'estremità ricevente il filo nudo fu collegato direttamente alla griglia della valvola dell'apparecchio ricevitore e l'ordinaria connessione di terra fu lasciata libera. Si impiegò una frequenza di circa 600 000 periodi al secondo sintonizzando la linea a ciascuna estremità. Si ottenne un'eccellente trasmissione telegrafica e telefonica. Per rendere questa esperienza preliminare più semplice e dimostrativa che fosse possibile, si curò che il filo fosse ben pulito ed esente da qualunque grasso o altro materiale isolante.

In un secondo esperimento una striscia di rete metallica fu sepolta nella neve esternamente alla stazione e collegata con filo che faceva capo al secondo piano dell'edificio ed era collegato direttamente alla griglia di un amplificatore. Con questo dispositivo si ricevettero perfettamente messaggi r. t. da stazioni lontane.

Il generale Squier dopo aver parlato diffusamente davanti all'Academy of Sciences dei risultati di molte esperienze fatte seguendo questi concetti fondamentali, espresse l'ipotesi della possibilità della telefonia transoceanica, nei seguenti termini.

Nell'ordinaria telegrafia sottomarina il perfezionamento della linea ha già raggiunto il limite pratico. Il migliore cavo transatlantico oggi esistente è limitato nel suo impiego ad onde elettriche la cui frequenza è dell'ordine di grandezza di 10 al secondo. La costruzione del cavo dal punto di vista elettrico è tale da limitare la tensione adoperata su un lungo cavo a valori fra 50 e 80 volt. I valori delle costanti relative ai cavi sottomarini escludono la possibilità della telefonia transoceanica.

La più promettente possibilità di perfezionare i cavi per le trasmissioni transoceaniche consiste nall'abbandonare gli attuali metodi di costruzione e passare all'impiego di fili nudi immersi e di correnti ad alta frequenza, studiando le modifiche necessarie per ottenere la migliore trasmissione.

L'impiego di un'alta frequenza presenta il vantaggio di eliminare i fenomeni di distorsione inevitabili cogli attuali metodi di trasmissione a grande distanza e di limitare il problema alla riduzione dell'attenuazione. Si può adoperare la tensione più opportuna e si possono utilizzare gli attuali metodi multiplex. Si può utilizzare il tubo a vuoto tanto per la generazione quanto per la ricezione delle onde.

In questi ultimi anni si sono intensamente studiate le condizioni superficiali dei fili necessarie per l'emissione di elettroni, e a questo intenso studio si deve l'importante perfezionamento degli attuali tubi a vuoto. Uno studio analogo sulle condizioni superficiali dei fili per impedire invece che provocare l'emissione di elettroni, potrà condurre alla realizzazione del conduttore dell'avvenire.

I fenomeni inerenti alla trasmissione di onde di alta frequenza lungo fili nudi nella terra o nell'acqua sono tuttavia oscuri e complessi e non è possibile oggi formulare su essi un'esatta teoria; si può soltanto affermare che gli esperimenti finora eseguiti dimostrano la possibilità di trasmettere onde elettromagnetiche lungo fili nudi immersi nell'acqua.

E. C.

TRAZIONE E PROPULSIONE.

Olio perduto per evaporazione. — L'Ufficio delle Miniere degli S. U. ha rilevato che le perdite per evaporazione nell'olio minerale, durante i pochi giorni in cui esso è accumulato prima di essere immesso nelle tubazioni, sono notevoli e nei soli campi del Centro ammontano ogni anno a circa 462 milioni di litri, pel valore di 145 milioni di lire (oro), rappresentando circa il 3% della produzione totale degli Stati Uniti.

(*The Times Eng. Suppl.* N. 551 - settembre 1920 p. 293)

e. m. a.

★

Il primo battello da pesca a motore con propulsione elettrica. (R. G. E. 9-10-20). — Questo battello da pesca a motore è il « Mariner » della portata di 500 tonn e di 6000 miglia di autonomia a 10 nodi. L'impianto elettrico comprende due motori Diesel a quattro tempi a otto cilindri e a 350 giri, accoppiati ciascuno a una dinamo a corrente continua di 165 kW a 125 volt. Le due dinamo sono normalmente accoppiate in serie, e alimentano un motore di 300 kW a 250 volt e 200 giri, direttamente accoppiato con l'elica. Tanto le dinamo che il motore sono di costruzione speciale, in vista delle particolari condizioni di funzionamento a bordo: chiusure a tenuta di acqua e di umidità; cuscinetti disposti in modo da evitare fughe di olio; indotti e induttori costruiti in modo da funzionare in modo sicuro anche in caso di allagamento del locale delle macchine. L'impianto comprende tre quadri di manovra per il comando delle macchine; due sono sistemati nel locale dei generatori elettrici e disposti l'uno per il comando meccanico a distanza, e l'altro per il comando a mano in caso di avaria del primo; il terzo, sistemato nel casotto di navigazione, mette il comando del macchinario di propulsione alla diretta dipendenza del pilota. Una caratteristica notevole del sistema è la rapidità con la quale viene invertita la marcia dell'elica; bastano 13 secondi per passare da tutta forza avanti, a tutta forza indietro. Anche i macchinari ausiliarii, come le pompe di esaurimento e di alimentazione, le gru e i verricelli per le manovre della pesca, sono azionati elettricamente. In caso di arresto del macchinario principale, un piccolo gruppo elettrogeno di 15 kW assicura l'illuminazione e i servizi ausiliarii indispensabili.

E. C.

★

Elettrificazione delle ferrovie inglesi. — Il Comitato nominato dal Ministero inglese dei trasporti per studiare le condizioni dell'elettrificazione ferroviaria, ha pubblicato una relazione, in cui sostiene la standardizzazione di metodi e materiali e raccomanda, sia per le nuove linee, sia per l'estensione di quelle già elettrificate, la corrente continua a 1500 volt, salvo con l'approvazione del Ministero, la prosecuzione delle installazioni esistenti a 600 o 1200 V, e l'adozione di 750 V o di tensioni multiple, dove possa convenire. I commissari, che trovano opportune sia le linee a filo aereo, sia quelle a terza rotaia, fanno raccomandazioni circa le condizioni tecniche a cui esse debbono soddisfare, e suggeriscono anche norme per assicurare il funzionamento delle locomotive a 2 tensioni diverse, 600/750 e 1500 V. La corrente di alimentazione sarebbe trifase alla frequenza esistente, ossia a 25 o a 50 per., ma le nuove centrali dovrebbero adottare la frequenza approvata dal Comitato o di uso generale nel distretto. Per la linea monofase da Londra a Brighton, in parte in esercizio e in parte da costruire, si ritiene opportuno conservare il sistema esistente, salvo a studiare se veramente convenga l'adozione dello stesso sistema per l'estensione della rete fino alla costa, sia dal punto di vista del traffico, sia riguardo ai vantaggi economici.

e. m. a.

★

Risultati ottenuti in servizio dalla corazzata a propulsione elettrica « New Mexico ». — La corazzata a propulsione elettrica « New Mexico » ha compiuto un anno di servizio in mare in una squadra comprendente due altre corazzate di eguale scafo, ma a propulsione di tipo ordinario. Tale circostanza ha permesso di stabilire in modo concludente la superiorità della propulsione elettrica. Dal punto di vista delle qualità di manovra, la « New Mexico » ha dato piena soddisfazione, contrariamente alle previsioni dei suoi detrattori; il funzionamento con una sola generatrice in acque pericolose nulla lasciò a desiderare. Dal punto di vista dell'economia del combustibile, i risultati ottenuti hanno superato le speranze dei più ottimisti partigiani del sistema, i quali non avevano tenuto abbastanza conto della importante economia realizzata alle velocità di crociera arrestando una delle generatrici con tutti i macchinarii ausiliarii. Prendendo come base il consumo di nafta delle due corazzate gemelle che hanno compiuto lo stesso servizio, la economia riscontrata per la « New Mexico » è di 16,7 per cento a 10 nodi, di 32,3 per cento a 16 nodi e di 24,4 per cento alla velocità a tutta forza di 19 nodi. Il consumo effettivo di nafta è di 0,442 kg a 19 nodi e di 0,500 kg. a 15 nodi per cavallo-ora sull'asse dell'elica.

E. C.

STATUTI, REGOLAMENTI, NORME

LA FONDAZIONE "CARLO ESTERLE".

Si è definitivamente costituita la fondazione Carlo Esterle col seguente Statuto:

1°) A perenne memoria del Senatore Ing. Carlo Esterle, nato a Trento il 1° novembre 1853 e morto in Milano il 7 settembre 1918, è costituito con sede in Milano, un Ente morale denominato « Fondazione Carlo Esterle ».

2°) Scopi della fondazione sono:

a) — la istituzione del « Premio Triennale Carlo Esterle » il quale consiste in una somma di denaro non superiore a lire 100 000 (centomila), da assegnare, secondo le norme allegate al presente Statuto, all'italiano od agli italiani più benemeriti del progresso scientifico o pratico nel campo dell'elettricità o delle sue applicazioni in Italia.

b) — la propaganda ed il patrocinio degli studi elettrotecnici e delle relative applicazioni in Italia, da attuare in tutte quelle forme che il Consiglio ritenga idonee ed opportune.

3°) Il patrimonio iniziale della Fondazione è costituito da cartelle del Consolidato Italiano 5% Emissione 1920, per un importo nominale di Lire un milione duecentomila.

Alla costituzione di detto patrimonio iniziale hanno contribuito con versamento a fondo perduto, le seguenti Società:

a) — *aventi sede in Milano*:

Società Edison (L. 242 801 50); Società Conti (L. 60 000); Società Adamello (L. 40 000); Società sviluppo Imprese Elettriche (L. 30 000); Forze Idrauliche di Trezzo (L. 20 000); Imprese Elettriche Piemonte Orientale (L. 20 000); Società Anonima Banfi (L. 20 000); Unione Esercizi Elettrici (L. 15 000); Idroelettrica Ligure (L. 10 000); Società Elettrica della Sicilia (L. 10 000); Società Lombarda (L. 5000); « Dinamo » (L. 5000); Elettrica Coloniale Italiana (L. 2000); Elettrica Suburbana Milanese (L. 2000); Accumulatori Elettrici (L. 30 000); Società Edison Clerici & C. (L. 20 000); Società Edison Grimoldi & C. (L. 5000); Tramvie Interprovinciali Milano-Bergamo-Cremona (L. 5000); Sviluppo dell'Aviazione in Italia (L. 20 000); Pirelli & C. (L. 20 000) Società Meccanica Lombarda C. G. S. (L. 5000); Tecnomasio Italiano Brown Boveri (L. 5000); Cassa di Sovvenzioni ai Costruttori (L. 5000); Società Generale Esercizi con Automobili (L. 3000); Banca Commerciale Italiana (L. 50 000); Banca Italiana di Sconto (L. 30 000); Credito Italiano (L. 20 000); Banca Feltrinelli (L. 10 000); Banca Zaccaria Pisa (L. 10 000).

b) — *aventi sede in Lombardia*:

Società Elettrica Bresciana (L. 30 000); Società Orobia (lire 15 000); Società Elettrica Bergamasca (L. 10 000); Società Alto Cremonese (L. 1000); Società Idroelettrica Briantea (L. 1000).

c) — *aventi sede in Liguria*:

Società Negri (L. 50 000); Ing. Rinaldo Negri (L. 50 000); Officine Elettriche Genovesi (L. 10 000).

d) — *aventi sede nell'Emilia*:

Società Bolognese di Elettricità — Idroelettrica del Brasimone — Società Elettrica Centrale (L. 30 000).

e) — *aventi sede in Piemonte*:

Società Idroelettrica Piemonte (L. 10 000); Società Torinese di Tramways e Ferrovie Economiche Torino (L. 5000); Officine di Energia Elettrica di Novara (L. 2000); Società Alto Novarese (L. 500); Società del Pellino (L. 1000).

f) — *aventi sede nel Veneto*:

Società Adriatica di Elettricità (L. 15 000).

g) — *aventi sede in Toscana*:

Società Ligure Toscana (L. 5000); Società Mineraria ed Elettrica del Valdarno (L. 5000).

h) — *aventi sede in Roma*:

Società Immobiliare (L. 10 000); Società dei Forni Elettrici e dell'elettrocarbonium - Fabbrica Carburi e Derivati (L. 10 000); Società Anglo Romana per l'illuminazione di Roma (L. 5000); Società di Elettrochimica (L. 3500); Società dell'Italia Centrale (L. 2000); Società per la fabbricazione dell'Alluminio (L. 1500); Imprese Elettriche in Roma (L. 500).

4°) La Fondazione provvede al conseguimento dei propri scopi mediante il reddito del patrimonio iniziale, le donazioni, le elargizioni, i lasciti successivi, ed i redditi di tali liberalità, quando essi vengano assegnati al patrimonio, i redditi dei beni immobili che divenissero proprietà della Fondazione, ed in genere con ogni altra entrata di qualsiasi natura.

5°) La Fondazione è amministrata e diretta da un Consiglio di sette membri del quale è Presidente di diritto il Direttore pro tempore del R. Istituto Tecnico Superiore di Milano. Gli altri Consiglieri sono eletti:

due dal Consiglio Generale dell'Associazione Elettrotecnica Italiana;

due dal Consiglio Direttivo dell'Associazione Esercenti Imprese Elettriche;

due dal Consiglio di Amministrazione della Società Generale Italiana Edison di Elettricità con sede in Milano.

Qualora venga a mancare qualcuno degli Enti elettori, e non abbia luogo da parte degli stessi la designazione degli eletti, la nomina dei Consiglieri mancanti viene fatta d'accordo dai Direttori del R. Istituto Tecnico di Milano, del Politecnico di Torino e della R. Scuola di Applicazione degli Ingegneri di Roma. In difetto di accordo la nomina è devoluta a S. E. il Ministro della Pubblica Istruzione.

6°) L'ufficio di Consigliere della Fondazione è gratuito.

7°) I Consiglieri elettivi durano in carica sei anni, la metà di essi cessa dall'ufficio ogni triennio per ordine di anzianità. La designazione degli uscenti è fatta per la prima volta mediante sorteggio. Il nome degli uscenti viene in ogni caso comunicato dal Presidente agli Enti elettori interessati, i quali devono provvedere alla sostituzione nei due mesi successivi.

La stessa procedura è seguita quando per una ragione qualsiasi si rendano vacanti posti di Consigliere, nel quale caso i nuovi eletti rimangono in carica quanto avrebbero dovuto rimanervi i Consiglieri sostituiti.

I Consiglieri uscenti di carica non sono immediatamente rieleggibili.

8°) Il Consiglio elegge tra i proprii membri un Vice Presidente, il quale sostituisce il Presidente in caso di assenza o di impedimento. Nomina pure un Segretario scegliendolo anche fuori del Consiglio.

9°) La Fondazione è rappresentata per ogni effetto dal Presidente, ed in sua assenza od impedimento dal Vice Presidente.

10°) Per la validità delle adunanze del Consiglio è richiesta la presenza di almeno 5 Consiglieri. Le deliberazioni sono prese a maggioranza assoluta di voti, in caso di parità prevale il voto di chi presiede.

11°) Al Consiglio è deferita, con pienezza di poteri, l'Amministrazione ordinaria e straordinaria del patrimonio mobiliare e immobiliare della Fondazione, gli sono attribuite tutte le facoltà occorrenti al raggiungimento degli scopi di essa, a sensi dell'Art. 2 del presente Statuto.

Le somme da investirsi come patrimonio della Fondazione debbono essere impiegate in titoli del Debito Pubblico dello Stato o in altri titoli emessi e garantiti dallo Stato. Quando i titoli non siano nominativi, debbono essere depositati al nome della Fondazione presso un Istituto di Emissione.

12°) Per la vigilanza sulla gestione della Fondazione, gli Enti elettori di cui all'Art. 5 nominano annualmente un revisore per ciascuno. I Revisori assistono alle sedute del Consiglio ma non hanno voto.

I Revisori sono rieleggibili. Della avvenuta rielezione o sostituzione, gli Enti Elettori, devono dare comunicazione al Presidente entro il mese di aprile di ogni anno.

13°) La gestione si chiude al 31 dicembre di ogni anno. Entro il 31 marzo successivo, il Consiglio ottenuta l'approvazione dei Conti dai Revisori, ne dà comunicazione agli Enti elettori insieme con una relazione finanziaria e morale e con il bilancio preventivo per l'anno successivo.

14°) L'iniziativa per eventuali modificazioni al presente Statuto ed all'annesso Regolamento — fermi rimanendo gli scopi della Fondazione come all'Art. 2 e salvo le prescritte autorizzazioni e approvazioni di legge — spetta tanto al Consiglio quanto a ciascuno degli Enti elettori di cui all'Art. 5.

Le proposte di modifiche vengono sempre trasmesse al Presidente, il quale le sottopone col parere del Consiglio agli Enti elettori: si ritengono approvate quelle che entro due mesi dall'invito riportino il voto favorevole di tutti e tre gli Enti medesimi.

15°) *Disposizione transitoria* — La Società Generale Italiana Edison di Elettricità provvederà ad ottenere l'erezione in ente morale della « Fondazione Carlo Esterle » e ne darà tosto notizia al Direttore del R. Istituto Tecnico Superiore di Milano, il quale trasmetterà ufficialmente copia dello Statuto definitivo e del Regolamento al medesimo allegato a tutti gli Enti interessati, curando che i medesimi provvedano entro due mesi dall'invito, alle nomine di cui agli articoli 5 e 12.

NORME PER L'ASSEGNAZIONE DEL PREMIO TRIENNALE "CARLO ESTERLE".

1°) Il Premio Triennale « Carlo Esterle », consistente in una somma di denaro non superiore a L. 100 000 (centomila) è destinato all'italiano o agli italiani che, durante il triennio, si siano dimostrati più benemeriti del progresso scientifico o pratico nel campo dell'elettricità o delle sue applicazioni in Italia.

Il Premio può anche essere assegnato ad Enti morali, Scuole, Laboratori tecnico-scientifici, Istituti di Alta Coltura, Società Commerciali, Comitati ed Associazioni.

2°) Coloro che intendono concorrere al premio devono far pervenire la loro domanda al Consiglio della Fondazione non oltre il 31 dicembre dell'ultimo anno del triennio. Il primo triennio scade col giorno 31 dicembre 1922.

La domanda deve corredarsi di tutti gli scritti o documenti necessari ad illustrarla; il tutto in almeno sette esemplari.

3°) La Commissione per l'assegnazione del Premio è composta di sette Membri designati uno per ciascuno dei seguenti Enti, e per essi dai relativi Consigli Direttivi:

— R. Istituto Tecnico Superiore di Milano;
— R. Politecnico di Torino;
— R. Scuola di Applicazione degli Ingegneri di Roma;
— Associazione Elettrotecnica Italiana;
— Associazione Esercenti Imprese Elettriche con sede in Roma;
— Fondazione Carlo Esterle;
— Società Generale Italiana Edison di Elettricità di Milano.

Il nome del Commissario eletto deve essere comunicato dall'Ente elettore al Presidente della Fondazione « Carlo Esterle », non più tardi dell'ultimo giorno di ciascun triennio.

Qualora venga a mancare per qualsiasi motivo alcuno dei Commissari, la sostituzione viene fatta dall'Ente che ha eletto il predecessore.

4°) I Commissari per un triennio non sono rieleggibili per il triennio immediatamente successivo.

L'ufficio di Commissario è gratuito. Le spese vengono rimborsate.

5°) La Commissione elegge tra i propri Membri un Presidente ed un Segretario relatore, essa delibera a maggioranza assoluta di voti.

6°) La Commissione è investita delle più ampie facoltà per adempiere al mandato affidatole. Essa può non assegnare il Premio, od anche assegnare una parte soltanto della somma di lire centomila o dividere tale somma tra più concorrenti.

In ogni caso, per l'assegnazione del Premio integrale di lire 100 000 (centomila) occorre il voto unanime dei 7 Commissari, per l'assegnazione del premio ridotto occorre il voto favorevole di almeno quattro Commissari, ma ogni voto contrario, come ogni astensione importa la diminuzione di L. 10 000 (diecimila).

7°) Il giudizio della Commissione deve essere pronunziato e comunicato al Consiglio non oltre il 30 settembre successivo alla scadenza del triennio. Tale giudizio è definitivo e inoppugnabile, esso obbliga tanto la Fondazione « Carlo Esterle » quanto i concorrenti.

8°) La Commissione che non pronunzi il giudizio e non lo trasmetta con relazione scritta al Consiglio nel termine indicato decade dal mandato ed il Consiglio stesso ne nomina un'altra, fissando il nuovo termine.

9°) La proclamazione dei risultati spetta al Consiglio della Fondazione, il quale deve provvedere al pagamento delle somme assegnate dalla Commissione, senza decorrenze di interessi, entro un mese dalla pronunzia del giudizio da parte della Commissione.

L'A. E. I., la quale a sensi del suo Statuto dovrebbe pubblicare i suoi Atti una volta all'anno, è giunta, a poco a poco, a dare gratuitamente ai suoi Soci una ricca rivista trimensile che costituisce ogni anno un grosso volume di circa 800 pagine. — Il notevole successo è dovuto essenzialmente al continuo incremento del numero dei Soci. — Nuovi ed importanti risultati potrebbe conseguire l'A. E. I. in un futuro prossimo, se ogni Socio si facesse centro di propaganda e, fra le sue conoscenze, procurasse almeno un nuovo iscritto all'Associazione.

:: LIBRI E PUBBLICAZIONI ::

I. B. POMEY. *Introduction à la théorie des courants téléphoniques et de la radiotélégraphie.* — 1 vol. in 8° di 510 pag. con 100 fig. - Gauthier-Villars - Paris 1920 (Prezzo 50 fr.).

Il nome dell'A. non è ignoto a quanti si occupano delle numerose e attraenti questioni teoriche, connesse con la tecnica moderna della telefonia e delle comunicazioni senza fili. Questo libro, che fa seguito a un corso di « Elettricità teorica » del medesimo autore, deriva da una serie di conferenze da lui tenute all'« École Superieure des Télégraphes », ma è frutto principalmente del grande impulso che tale ordine di studi ricevettero in quel focolare di alto lavoro scientifico e tecnico, che il generale Ferrié, largamente fornito di mezzi e appoggiato dal suo governo, seppe creare durante la guerra nello Stabilimento Centrale della Radiotelegrafia Militare francese.

Il libro presentato da una lusinghiera prefazione di A. Blondel, è indubbiamente un libro teorico, altamente teorico, come si conviene ad un corso professato a tecnici specialisti, già laureati da scuole superiori. Tuttavia l'A. si è coscienziosamente sforzato di renderlo accessibile anche a una più larga cerchia di lettori, riassumendo nei primi capitoli il calcolo vettoriale e la teoria dell'elettricità, senza fare appello a profonde conoscenze di matematiche superiori. Pur essendosi per piccola parte inspirato alla « Telegrafia teorica » del Breisig l'A. ci ha dato un nuovo trattato, che abbraccia numerosi argomenti, i quali non avevano trovato finora la loro codificazione e il loro inquadramento in opere di lunga lena. Per questo motivo la somma di contributi originali di cui il libro è ricco, supera di molto quella che siamo avvezzi a ritrovare in altri trattati su argomenti più maturi e più noti.

In un primo capitolo di introduzione matematica l'A. richiama sinteticamente i principî del calcolo vettoriale, applicandone le notazioni simboliche anche alla soluzione delle equazioni differenziali. Tratta in seguito dei principî e dei metodi per tradurre in forma matematica la nozione dei fatti fondamentali di elettricità e di magnetismo; espone rapidamente i principî dell'elettrostatica, dell'elettrocinetica e dell'elettromagnetismo e passa poi alla teoria del Maxwell e a quella del Lorentz.

A un breve richiamo della teoria delle funzioni armoniche semplici, fa seguire lo studio delle correnti periodiche e delle oscillazioni smorzate, e quindi anche della scarica del condensatore. Tratta poi in un capitolo (elettrocinetica e meccanica) della generalizzazione dei principî di Kirchhoff e in un altro del coordinamento dei numerosi teoremi e problemi sulla potenza attiva e reattiva.

Passando agli argomenti più propriamente telefonici, l'A. si diffonde nell'esporre i lavori del Pupin e lo studio della pupinizzazione in rapporto con la telefonia, tratta col metodo simbolico della propagazione delle correnti lungo le linee e dei coefficienti di riflessione, espone lo sviluppo di Heaviside, e considera vari casi di propagazione elettrica lungo una linea, nel periodo transitorio o a regime, e sotto tensione costante o periodica.

Segue lo studio dell'antenna r. t. così dal punto di vista meccanico dell'aereo e dei suoi sostegni e controventi, come dal punto di vista elettrico, che è trattato in base all'analogia con le corde vibranti. Dopo di ciò una parte notevole è fatta allo studio del circuito di alimentazione nelle stazioni r. t. a scintilla, trattando della risonanza primaria, dell'alternatore a risonanza, del regime periodico di alimentazione in un impianto a emissione musicale. Seguono una breve trattazione teorica generale sulle oscillazioni persistente ed un'altra più diffusa sui circuiti oscillatori accoppiati, sugli smorzamenti, sulla formula del Bjerknes. Il capitolo seguente raccoglie la deduzione delle formole per il calcolo dei coefficienti di induzione e di capacità in base alle forme e posizioni geometriche di conduttori ed è infine trattata la teoria della propagazione delle ondulazioni elettriche prodotte da un dipolo. Il volume è chiuso da una raccolta delle formule più importanti ricavate nel corso dei vari capitoli e da un indice analitico.

S' è detto in principio che si tratta di un libro nettamente teorico; converrebbe soggiungere che questo libro teorico è quasi esclusivamente matematico, e che al lettore è lasciato uno sforzo, certo istruttivo e proficuo, ma non lieve, per far aderire le teorie esposte e i loro risultati ai fenomeni fisici, che egli deve utilizzare nella tecnica. In ciò tuttavia non si saprebbe vedere un difetto del trattato del Pomey. Nei libri di elettrotecnica, di radiotelegrafia, di telegrafia e telefonia, che siamo avvezzi ad avere per le mani, si ha invero di solito un connubio non troppo felice fra trattazioni più o meno perfette accurate e rigorose di fisica matematica e argomenti descrittivi e tecnologici. Le due parti sono egualmente necessarie ed importanti, ma hanno caratteri tanto diversi e sono così diversamente caduche, che il metterle insieme nuoce forse alla efficace e proporzionata esposizione tanto dell'una, quanto dell'altra. Oltre a ciò il più delle volte le attitudini, la mentalità, la preparazione dell'autore lo rendono veramente idoneo a uno solo dei due compiti. Meglio dunque in genere separarli e adempiervi con libri diversi.

Ma, anche limitando le nostre esigenze nei riguardi del libro del Pomey ai soli argomenti di fisica matematica ci sembra tuttavia di dover rilevare qualche lieve difetto, consistente sopratutto in una certa apparenza di slegamento e di sproporzione fra le varie parti, come se l'A. nel raccogliere gli argomenti delle singole lezioni e conferenze da lui tenute o i risultati dei suoi studi, non avesse curato di fondere tutte queste monografie in una ben costrutta unità. Appunto come libro di fisica matematica, destinato ai tecnici della telefonia e della r. t., questo dovrebbe contenere tutte le trattazioni teoriche, di cui essi hanno bisogno per le applicazioni ordinarie. Parecchi sono invece gli argomenti tralasciati, da una più esauriente trattazione dei fenomeni transitori nelle lunghe linee, allo studio completo delle caratteristiche elettriche delle antenne, dalla teoria della propagazione delle onde eletromagnetiche alla superficie della terra a quella, di importanza ogni giorno più vasta, del funzionamento delle valvole ioniche e così via.

A parte queste piccole mende, o meglio queste lacune, che auguriamo all'operoso e geniale professore di colmare in una prossima edizione, il trattato del Pomey merita la più alta considerazione per la serietà e la elevatezza degli intendimenti con cui è stato scritto, per la dignità scientifica e per l'ampia portata delle sintesi teoriche in esso esposte. E merita altresì di essere raccomandato sia agli studiosi che lavorano nel campo dell'elettricità teoretica, sia ai tecnici che desiderano conservare una profonda e generale comprensione dei fenomeni di cui si servono, e non temono di affrontare l'innegabile sforzo e le non lievi difficoltà di un libro di scienza, che li riguarda tanto da vicino.

★

GIOVANNI MAGRINI - Direttore dell'Ufficio Idrografico del R. Magistrato alle Acque - *L'Opera svolta dopo l'armistizio.* - (Venezia, 1920 - Officine Grafiche C. Ferrari).

E' un rapido riassunto dell'attività dell'Ufficio Idrografico del R. Magistrato alle acque dopo l'armistizio, rivolta anzitutto a rimettere in funzione le moltissime stazioni danneggiate o addirittura distrutte dall'invasore, poi intesa con lena rinnovata alla continuazione e all'estensione del servizio.

Fra i più importanti lavori ora in corso, citiamo il catasto delle forze idrauliche, secondo le direttive emanate dal Consiglio Superiore delle Acque, gli studi importantissimi sul trasporto di materiali nei corsi d'acqua, e il conseguente interramento dei serbatoi, e le ricerche idrogeologiche, fatte d'accordo col'a Università di Padova, sotto la direzione del Prof. Dal Piaz, e rivolte a stabilire la permeabilità dei diversi terreni nei bacini montani delle Venezie.

Nel volume sono poi riportate notizie sulla distribuzione delle piogge nel Veneto nel quinquennio 1911-15, già pubblicate nella relazione del 1916, e infine alcuni dati di portata dei fiumi delle tre Venezie, di questioni idrauliche, in attesa che vengano pubblicate le singole monografie, ora in preparazione presso il Magistrato stesso. (*c. s.*)

★

Consiglio Superiore delle Acque - Servizio Idrografico — *Istituzione e funzionamento del servizio.* — (Roma 1920 - Tipografia del Senato di Giovanni Bardi).

Come è noto il servizio idrografico è stato esteso a tutta Italia solo alla fine del 1917 per iniziativa e sotto l'alta direzione del Consiglio Superiore delle Acque: prima di allora esisteva soltanto nell'Italia Settentrionale, per opera del Magistrato alle Acque e dell'Ufficio Idrografico del Po.

Il nuovo servizio fu creato sulle basi indicate dal prof. G. Fantoli nella sua relazione al Consiglio Superiore, relazione che è riprodotta nel fascicolo.

Furono stabilite 8 Sezioni regionali, rispettivamente con le Sedi e le zone d'azione seguenti:

Sezioni	Sede	REGIONI ASSEGNATE
1	Pisa	Bacini dei corsi d'acqua con foce al litorale Ligure - Toscano
2	Roma	» » » » » » » del Lazio
3	Napoli	» » » » » » » della Campania
4	Catanzaro	» » » » » » » della Calabr. e Basil.
5	Chieti	» » » » » » » delle Puglie Abruzzi e Molise
6	Bologna	» » » » » » » delle Marche e Romag.
7	Cagliari	» » » » » » » della Sardegna
8	Palermo	» » » » » » » della Sicilia

Il servizio si propone principalmente:

1) la misura delle precipitazioni, mediante l'istituzione di una fitta rete di stazioni pluviometriche e nivometriche. Il numero delle stazioni, da 371 nel 1918, era salito nel maggio scorso a circa 1300.

2) la misura delle portate dei corsi d'acqua, sia con stazioni idrometriche sia con stazioni per la misura diretta delle portate. Il programma prevede l'installazione di circa 300 nuove stazioni: l'attuazione è però appena all'inizio, perchè si è data la precedenza alla rete pluviometrica.

3) la determinazione dell'area dei bacini imbriferi, mediante nuove ed esatte misure, estese anche alla distribuzione delle diverse colture nei singoli bacini.

4) la determinazione del profilo altimetrico dei corsi d'acqua, mediante livellazioni di precisione da eseguirsi ex-novo, in collaborazione con l'I. G. M. di Firenze.

L'Ufficio provvede inoltre alla compilazione degli elenchi dei serbatoi e laghi artificiali, e anche, da qualche mese, alla statistica dell'energia elettrica, in base ai dati giornalieri delle singole aziende.

Il volume oltre ad estese notizie sull'impianto e lo sviluppo del servizio, contiene anche le norme direttive emanate dall'ufficio Centrale per le misure pluviometriche, idrometriche e di portata.

Chiude la pubblicazione la serie delle relazioni delle Direzioni Sezionali, con la descrizione degli impianti effettuati nelle diverse stazioni. (*c. s.*)

PUBBLICAZIONI RICEVUTE

ING. FILIPPO ZANETTI. — *Un nuovo e rapidissimo metodo di rilevamento topografico. La stereofotogrammetria.* (Estratto da « Il Monitore Tecnico », n. 35 - Anno 1919 — Soc. Editrice Scientifica Tecnica - Milano).

RAG. FERRANTE DALLE NOGARE. — *Le aziende industriali di fronte al Diritto Nuovo* (*Controllo, compartecipazione agli utili, riscatto*) - (Società « Ars Italiae » per industrie grafiche Dalle Nogare, Armetti & C. - Milano).

« Istituto Archimede » — (Soc. Ital. per il materiale scientifico didattico) *Catalogo generale e prezzi correnti* - Listino n. 5 - *Materiale per l'insegnamento della Fisica - Meccanica - Acustica - Metereologia.* (Stabilimento viale Ardeatino, 8 - Roma).

Guida ufficiale della Fiera Campionaria di Lipsia. (Commissario per l'Italia Th. Mohwinckel, Milano, via Fatebenefratelli, 7).

Associazione Elettrotecnica Italiana

Eretta in Ente morale il 3 Febbraio 1910

Le elezioni generali.

Al momento di andare in macchina non ci è ancora noto l'esito dello scrutinio. Quanto al numero dei votanti esso risulta dal seguente specchietto.

Sezione	*Iscritti*	*Votanti*	*Percentuale*
Bari	36	15	42%
Bologna	156	44	28
Catania	62	14	23
Firenze	138	33	24
Genova	131	42	32
Livorno	226	74	33
Milano	992	288	29
Napoli	270	89	33
Palermo	32	12	37
Roma	477	184	38
Torino	349	108	31
Trento	59	25	42
Trieste	143	?	?
Veneta	124	35	28

Non si conosce ancora il numero esatto per Trieste.

Notizie delle Sezioni

SEZIONE DI LIVORNO.

Il 23 gennaio alle ore 10,30 la Sezione si è riunita nella sua sede sotto la presidenza del Prof. Vallauri e con l'intervento di molti soci e invitati.

Il *presidente* presenta il bilancio consuntivo 1921 che viene approvato con un voto di plauso per il cassiere consocio G. Ascoli, mentre si rimanda alla prossima assemblea l'approvazione del preventivo 1921, che non potrà essere formulato, se non dopo reso noto l'esito del referendum in corso in merito all'aumento delle quote sociali.

Il *presidente* comunica poi che in seguito alle dimissioni dell'ing. Giuseppe Martinez giustificate dall'aver egli preso residenza all'estero, ed al forte incremento nel numero dei soci, che ha superato i 200, si rendono necessarie le elezioni di un Consigliere di Sezione e di due Consiglieri delegati al Consiglio Generale. Essendo stata formulata la proposta di eleggere a Consigliere il Socio Ing. Giorgio Rabbeno e a Consiglieri Delegati i soci Prof. Luigi Puccianti e Ing. Mario Orlando, l'Assemblea si afferma unanime su questi nomi.

Il presidente dà quindi la parola al socio ing. Carlo FASCETTI per lo svolgimento della sua comunicazione sul *calcolo del palo a traliccio normale di minimo peso.* L'ing. Fascetti premette in rapida sintesi la discussione circa i dati di base per il calcolo dei pali e circa le incertezze che affettano la scelta delle sollecitazioni da assumersi come normali nei vari casi. Passa poi ad esporre i principi su cui si fonda il suo metodo di calcolo e le costruzioni grafiche mediante le quali lo si applica ricavando con grande facilità l'indice di peso per metro lineare di palo.

La comunicazione, illustrata anche da esempi numerici, è vivamente applaudita e il presidente fa rilevare la genialità del metodo proposto che permette di scegliere fra soluzioni effettivamente realizzabili e di tener conto con la massima elasticità ed adattabilità di ogni condizione e limitazione pratica.

L'ing. *Fascetti* passando poi all'altra comunicazione, che egli presenta in collaborazione con l'ing. *Melinossi*, sulla *scelta della tensione più conveniente per i grandi trasporti di energia* espone i criteri generali assunti per mettere in equazione il problema di minimo di cui si cerca la soluzione. Accenna anche al costo dei pali, degli isolatori, del rame e delle perdite, alla limitazione imposta dall'effetto corona. L'ing. *Melinossi* illustra la parte analitica del metodo, la costruzione degli abbachi in coordinate cartesiane ordinarie e logaritmiche, e l'uso degli abbachi stessi.

Anche la seconda comunicazione è vivamente applaudita e il *presidente*, commentandola, fa rilevare come i risultati esposti siano per diventare una guida preziosa nel progetto di nuove grandi linee e possano servire a revisioni di linee già eseguite, indicando in qual senso in molti casi si è forse errato. L'ing. *Castellani* chiede perchè si è tenuto costante il rapporto tra la tensione di esercizio e la tensione critica per effetto corona e se l'aver trascurato le perdite a vuoto della linea, cioè le perdite dovute solo alla tensione non sposti i risultati raggiunti. L'ing. *Melinossi* risponde che le perdite a vuoto sono mal note e che l'averle trascurate rientra nelle approssimazioni volutamente introdotte per avere una soluzione semplice, che è pur sempre, ben s'intende, una soluzione di massima. Che in qualche caso possa convenire spingersi a tensioni estremamente vicine a quelle dell'effetto corona è dubbio per le diversi condizioni in cui si trovano i vari fili e per la loro variabilità con lo stato fisico e meteorologico.

La seduta è tolta alle 12.30.

Personalia.

L'*Ing. Giovanni Mongini* della Sezione di Roma, è stato nominato Direttore dello stabilimento di Narni della Società Ital. dei Forni Elettrici e dell'Elettrocarbonium.

In morte di GIUSEPPE COLOMBO

L'American Institute of Electrical Engineers ha inviato il seguente telegramma:

New York 1202/19 23 *Wun*
Asselita - Milan

American Institute Electrical Engineers tenders to sister Society heartfelt sympathy on decease of its distinguished past President Senatore Colombo - Berresford President.

I Soci e gli Abbonati che non avessero ricevuto un numero dell'ELETTROTECNICA potranno avere una seconda copia gratuita purchè ne facciano domanda alla Amministrazione del Giornale (Via San Paolo, 10 - Milano) entro un mese dalla data del fascicolo non ricevuto.

TEDESCHI GIOVANNI FU GIOVANNI, *gerente responsabile* ARTI GRAFICHE VARESINE - VARESE

VOL. VIII (XXV degli Atti) 15 Febbraio 1921 N. 5

L'ELETTROTECNICA

GIORNALE ED ATTI DELLA

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

REDAZIONE ED AMMINISTRAZIONE: VIA SAN PAOLO, 10 - MILANO - TELEFONO N. 20-86

REDATTORE CAPO: A. BARBAGELATA - REDATTORI U. BORDONI - M. SEMENZA - G. VALLAURI

È GRADITA LA COLLABORAZIONE DEI LETTORI - GLI ARTICOLI DI INTERESSE GENERALE ACCETTATI DALLA REDAZIONE SONO COMPENSATI

I MANOSCRITTI NON SI RESTITUISCONO

Elezioni, referendum e nuova presidenza.

Pubblichiamo, nelle notizie dell'Associazione, i risultati ufficiali delle recenti elezioni. Con bellissima votazione i Soci hanno chiamato a guidare l'A. E. I. pel triennio 1921-1923 l'Ing. Ulisse Del Buono di Roma. Il nome del Del Buono è già da molti anni strettamente legato alla vita dell'Associazione. Due volte Presidente della Sezione di Roma; vice Presidente Generale durante la presidenza Semenza, membro attivissimo di molte Commissioni e del Comitato Elettrotecnico Italiano, l'Ing. Del Buono ha già dato numerose prove della sua affezione per l'A. E. I. Il passato è garanzia per il futuro, e, — poichè ora è di moda citare San Paolo — noi siamo certi che del nostro nuovo Presidente si potrà sempre dire che egli avrà operato secondo lo spirito dell'Evangelista, quando ammoniva: « Chi presiede sia zelante ».

★

Il referendum dei Soci ha sanzionato a grandissima maggioranza tutte le modificazioni proposte per lo Statuto. I lettori troveranno riprodotto più avanti il testo degli articoli modificati. All'infuori della questione economica per la quale, approvando l'aumento delle quote, i soci non hanno fatto che sanzionare l'inevitabile, merita di essere ancora una volta qui rilevato quanto concerne i soci vitalizî e perpetui. Date le condizioni per essa stabilite, la qualifica di socio vitalizio (o perpetuo) costituirà un ambito titolo di benemerenza verso il Sodalizio. Noi speriamo di poter dare presto notizia delle prime iscrizioni a Soci vitalizî e ci auguriamo che si possa in breve tempo creare un vero albo d'oro di soci benemeriti.

L'accumulazione dell'energia termica.

La Commissione giudicatrice nel concorso di cucine elettriche bandito dalla Società Edison di Milano col concorso della Compagnia Italo Argentina de Electricidad, ha quasi condotto a termine una lunga serie di ricerche sperimentali sui varî tipi di cucine presentate al concorso. Daremo senza dubbio, a suo tempo, un ampio riassunto dei lavori di detta commissione; ma, intanto i lettori leggeranno con interesse in questo fascicolo un notevole studio sull'accumulazione del calore dovuto all'Ing. DURANDO, l'autore di una delle cucine concorrenti.

I termini fondamentali del problema dell'accumulazione del calore sono noti da tempo; ma le sue applicazioni furono sempre in passato piuttosto modeste. Solo con l'applicazione dell'energia elettrica al riscaldamento domestico e, particolarmente, alla cucina, il problema si è presentato nella sua interezza. Si può infatti asserire che la diffusione della cucina elettrica non sarebbe concepibile, sopratutto nei paesi che, come il nostro, devono basarsi sulla energia idraulica, se non fosse risolto il problema dell'accumulazione giornaliera dell'energia termica. Riferendoci ancora all'esempio di una città come Milano, i 400 milioni di kWattore che potrebbero essere perciò necessarî (il proto, a pag. 21, ci ha fatto dire 400 milioni di kWatt, e chiediamo qui venia ai lettori della involontaria mostruosità!) se non fosse la possibilità dell'accumulazione, corrisponderebbero per lo meno ad una potenza di 130 mila kWatt da generare e distribuire per due o tre ore al giorno!

Posto di fronte al problema nella sua forma più generale, l'Ing. Durando ha studiato a lungo sperimentalmente le varie parti in cui esso può dividersi: la ricerca dei materiali più adatti per l'elemento riscaldante, in cui l'energia elettrica si trasforma in calore; per l'elemento accumulante e per le pareti coibenti dell'accumulatore. Ed è stato condotto ad una soluzione generale del problema che appare veramente interessante e suscettibile di notevoli applicazioni: l'accumulazione in diversi ordini o gradi di temperatura. Poichè le dispersioni crescono assai rapidamente con la temperatura del calore accumulato, si tratta in sostanza di raccogliere ed accumulare il calore disperso dall'accumulatore a più alta temperatura, in un secondo accumulatore a temperatura inferiore. Il calore da questo disperso può essere a sua volta raccolto da un terzo accumulatore, e così via, finchè la temperatura dell'ultimo accumulatore risulti superiore a quella ambiente solo di quel tanto che consente « una buona tenuta », per così dire, agli ordinarî materiali coibenti.

Quanto alla realizzazione pratica della cucina derivata da tale concetto generale, è ovviamento qui prematuro qualsiasi apprezzamento. Speriamo di poter pubblicare presto una descrizione anche delle altre cucine concorrenti, in modo che i consoci che non poterono visitare l'esposizione di Milano possano formarsi un chiaro concetto dello stato attuale di un problema che indubbiamento è destinato ad assumere una grande importanza nei prossimi anni.

La decantazione delle acque.

Abbiamo più volte espresso la nostra convinzione che la diffusione delle cognizioni tecniche non sia affatto in proporzione con la diffusione materiale della stampa tecnica la quale, sotto questo punto di vista, sarebbe pertanto meno utile di quanto generalmente si crede. Ma non vogliamo troppo.... autodemolirci! L'utilità della stampa tecnica rimane ugualmente grandissima per l'azione, diremo così, stimolatrice, che essa esercita nel suo comunque limitato raggio d'azione. Ne abbiamo oggi un tipico esempio. La lettura di uno scritto dell'Ing. Rodio, pubblicato tempo addietro, ha suggerito al Prof. SELLERIO una serie di esperienze di laboratorio che potranno alla lor volta suggerire qualche utile idea ai progettisti di opere idrauliche. La determinazione sperimentale della velocità di precipitazione dei granellini di sabbia portati in sospensione dall'acqua, in funzione del loro diametro medio, dovrebbe infatti essere uno dei dati fondamentali per il progetto di qualsiasi edificio per la decantazione delle acque di un canale. Vero è che si tratta di uno di quei fenomeni per i quali non vale sempre la legge di proporzionalità, cosicchè sarebbe ardito il ritenere che quello che accade in una provetta di laboratorio debba riprodursi, scala a parte, in una vasca di molti metri cubi, ma è tuttavia certo che la strada sperimentale per la quale si è messo il Sellerio è ancora la sola — il gran Leonardo era dello stesso avviso — che dia sicuro affidamento quando si debba « trattare de l'acqua ».

La stazione termica di riserva del Volturno.

Fra le lacune che noi stessi abbiamo più di una volta riconosciute nel nostro giornale, una delle più gravi è senza dubbio quella relativa alle descrizioni dei nostri impianti. I lettori sanno però anche che la colpa non è tutta nostra; ma che in gran parte la deficienza deriva dal fatto che gli ingegneri dei nostri esercizî non hanno materialmente il tempo di descrivere e di illustrare ciò che hanno fatto. Dobbiamo perciò essere doppiamente grati all'Ente Autonomo del Volturno che ci ha dato modo di pubblicare oggi la descrizione della sua centrale termica di riserva, completando così la descrizione dell'impianto idraulico pubblicata a pag. 454 del 1919. E siamo lieti di poter annunziare la prossima descrizione della linea dello stesso impianto, quella della prima sottostazione all'aperto costruita in Italia, mentre qualche altra descrizione di notevole importanza è in preparazione.

LA REDAZIONE.

:: Col corrente anno 1921 l'INDICE BIBLIOGRAFICO sarà ancora pubblicato a puntate in fascicoli trimestrali che saranno inviati regolarmente e gratuitamente ai Soci ed Abbonati che già fecero richiesta dell'Indice 1920 ed a tutti quelli che ne faranno richiesta prima del 30 marzo 1921 :: :: :: :: :: ::

L' ACCUMULAZIONE TERMICA DELL' ENERGIA ELETTRICA E LE SUE APPLICAZIONI

Ing. GIOVANNI DURANDO.

L'utilizzazione dell'energia elettrica, in relazione ai massimi coefficienti di utilizzazione delle centrali idriche, ha sempre fortemente interessato il campo elettrotecnico, siccome un problema di primissimo ordine, alla soluzione del quale si connette sempre il risultato economico di una centrale distributrice sia essa a motori idraulici sia, in molto minor misura, a motori termici.

Una nuova via feconda di risultati sembra quella di accumulare l'energia elettrica sotto forma di calore e ciò perchè, date le molteplici applicazioni dell'energia termica, si può per tale via ottenere l'accumulazione sia nella centrale di produzione, sia presso i singoli utenti con una grandissima elasticità e duttilità di esercizio.

Volendo dare alla soluzione del problema il carattere più generale è necessario non solo di accumulare l'energia elettrica in forma termica *ma altresì ad altissime temperature;* certo che il problema è così di meno agevole soluzione, ma la seconda condizione si impone come parte integrante e sostanziale della prima onde abbracciare il maggior numero possibile di applicazioni.

Gli elementi del problema si possono così sintetizzare:

I. La trasformazione dell'energia elettrica in energia termica;

II. L'accumulazione dell'energia termica;

III. I coibenti e la trasmissione del calore;

IV. Il sistema di accumulazione e l'utilizzazione dell'energia termica accumulata.

Si riassumono per sommi capi nelle note seguenti gli studi sperimentali fatti ed i risultati ottenuti.

1.° La trasformazione dell'energia termica in energia elettrica.

I termini scientifico-pratici di questa parte della questione si possono condensare come segue: l'organo trasformatore dell'energia elettrica in energia termica deve:

a). Resistere alle più alte temperature deteriorandosi il meno possibile;

b). Essere così congegnato da potersi facilmente ricambiare rappresentando esso in qualunque apparecchio termoelettrico l'organo maggiormente soggetto a usura;

c). Essere poco costoso essendo la parte di ogni apparecchio termoelettrico richiedente la maggiore manutenzione.

Gli apparecchi suffragati da una sufficiente esperienza che il mercato offre al riguardo sono:

1. Dei corpi elettrotermici a base di conduttori metallici filiformi o nastriformi aventi elevata resistività e montati in forma svariata su armature di materiale refrattario o porcellana.

2. Dei sistemi basati sull'arco voltaico.

3. Dei corpi elettrotermici a base di miscele fra conduttori di prima e seconda classe.

Lasciamo da parte i sistemi basati sull'arco voltaico perchè sempre complicati dai congegni meccanici atti a mantenere invariata la lunghezza dell'arco malgrado l'usura dei carboni.

Gli altri due sistemi di corpi elettrotermici offrono discrete garanzie di durata e di inalterabilità, ma disgraziatamente i corpi che concorrono alla loro formazione non sono di produzione italiana e sono oggi oltremodo costosi.

Per quanto riguarda il primo tipo, si sperimentarono oltre una ventina di leghe ad alta resistività elettrica e solo due marche una inglese ed una germanica, mi diedero risultati sicuri. Il filo di tali ditte da me esperimentato ha un punto di fusione fra 1600 e 1700 centigradi e può impunemente e per parecchi mesi essere mantenuto a temperature di 1000 a 1200 gradi senza presentare traccie di ossidazione e senza guastarsi. In media la vita di tali conduttori si può ritenere di 3000 ore quando però siano adoperati speciali accorgimenti nel loro montaggio sulle rispettive armature refrattarie, specialmente ai contatti destinati ad addurre la corrente dall'esterno all'interno dell'apparecchio. Il costituire un contatto elettrico sicuro, comodo e rapido sotto temperature di 1000 e 1500 gradi non è di dominio della tecnica usuale e dopo parecchi tentativi si scelse quello rappresentato da spazzole formate in rete di filo di nickel puro con fili di 2 a 3/10 di mm di diametro. Tale spazzola è formata da una striscia di rete rotolata su se stessa onde la superficie di contatto è rappresentata da una quantità grandissima di piccoli fili sporgenti: essendo a contatto due di tali superfici i fili dell'una penetrano fra quelli dell'altra assicurando molti contatti parziali che dànno nell'assieme un'ottima conduzione elettrica; il filo di nickel si mantiene poi in ottime condizioni di officiosità fino a 1300°-1400° ed in tal modo si ha la sicurezza di avere una ottima trasmissione di corrente anche a 1200°.

Il corpo elettrotermico così costituito presenta però tre inconvenienti e cioè limita a circa 1000 gradi il campo d'azione dell'apparecchio, è abbastanza costoso dato che, come si disse, i conduttori di nickel cromo vengono ritirati dall'estero e quindi in condizioni sfavorevoli di cambi ed infine rende l'apparecchio tributario dell'industria estera dato che non è a pensare di poter produrre, almeno per ora in Italia, conduttori ad alta resistività e per alte temperature.

Si pensò quindi ad attingere in altri campi meno esplorati dell'elettrotecnica e si giunse così ad altri due tipi di corpi elettrotermici che sono molto più a buon mercato, resistenti a temperature di 1500°-1700° e producibili completamente in Italia. Inoltre anche questi due tipi furono studiati in modo da poter funzionare promiscuamente nello stesso apparecchio ottenendosi così una grande elasticità di adattamento ai vari usi.

Il primo di questi due tipi è basato sulla proprietà che hanno certi corpi cattivi conduttori a freddo di avere sufficiente conduttività elettrica ad altissima temperatura ed allo stato di fusione ignea. A questi corpi appartengono alcuni sali di metalli alcalini ed alcalino terrosi come ad esempio il cloruro di sodio, il cloruro di potassio, il cloruro di bario, il fluoruro di calcio, di magnesio e qualche altro. Tale proprietà è stata industrialmente sfruttata in uno speciale tipo di forno elettrico (forno a bagno di sali) nel quale appunto il sale stesso allo stato di fusione ignea funge da organo trasformatore dell'energia elettrica in energia termica.

Anche questa soluzione però presenta due inconvenienti relativamente modesti ma pur tuttavia esistenti.

In primo luogo l'impossibilità di usare tali corpi colla corrente continua che provocherebbe l'elettrolisi ignea del conduttore salino; in secondo luogo la necessità di un circuito sussidiario per l'avviamento del corpo elettrotermico (fusione del sale).

Si pensò allora al terzo tipo ricorrendo ai molteplici prodotti che, in data relativamente recente, sono entrati nel campo industriale per merito dei forni elettrici dell'Acheson. Vogliamo dire ai composti del carbonio, del silicio e del boro sia fra loro sia con altri metalli e metalloidi.

E' una numerosa serie di ossicarburi, carburi, siliciuri, ossisiliciuri, ossiazoturi, boruri, i quali per le materie prime da cui sono formati e per il processo che li ha creati, godono tutti di due proprietà peculiari: il buon mercato e la resistenza ad altissime temperature: tutti questi corpi infatti sono originati alla temperatura del forno elettrico tra i 2500 e i 3000 gradi) e quindi sono stabili ed inalterabili anche a temperatura che, pur inferiore a quella del forno elettrico, è elevatissima per gli usi pratici cioè a dire circa 2000 gradi.

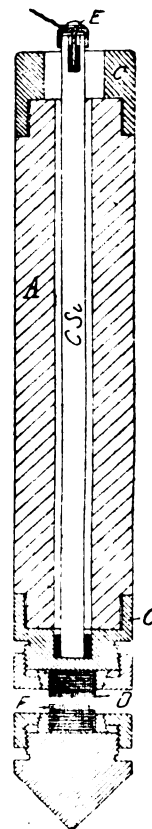
Le proprietà elettrotermiche di tali composti sono assai svariate: alcuni quasi isolanti a freddo diventano conduttori verso i 1000 gradi, altri sono buoni conduttori così a freddo come a caldo. Tutti però hanno un carattere comune, e cioè presentano una forte resistenza superficiale che rende difficile trovare un mezzo efficace per immettere in essi la corrente dalla linea esterna.

Questi corpi si prestano ad essere foggiati in bacchette cilindriche di vario diametro e lunghezza, ma mentre alcuni presentano in alto grado le caratteristiche di un conduttore di seconda classe (minor resistenza a caldo che a freddo) altri presentano il grande vantaggio di avere una resistività pressochè costante sia a caldo che a freddo. Tali corpi possono sopportare permanentemente senza subire alcuna modificazione temperature di 1500° a 1700°, costano poco, hanno buona resistenza meccanica, forte potere irraggiante ed inalterabilità assoluta.

Tale triplice sistema di trasformare l'energia elettrica in energia termica fu da noi unificato in un tipo di armatura che consente l'uso di ciascuno dei sistemi (fig. 1).

Fig. 1.

Esso consta di un nucleo refrattario cilindrico A forato al centro e terminato da due cappellotti C. Il cappellotto inferiore porta fissata a mezzo di una pinza la spazzola D in nickel destinata a far chiusura di circuito colla spazzola F fissa all'apparecchio. Volendo usare l'armatura per resistenza a conduttore metallico esso si avvolge in spire serrate alla superficie fissando i capi con viti ai cappellotti.

Volendolo usare per conduttore salino il sale solo si introduce nella cavità centrale che sarà calibrata in relazione alla natura del

sale ed alle costanti della corrente: in questo caso quale circuito esterno di avviamento basterà usare del ferro dovendo esso servire solo per la fusione del sale.

Infine volendolo usare per conduttore a carburi la bacchetta resistente si infila nella cavità centrale nel fondo della quale si lascia cadere qualche goccia di stagno che assicura un'ottima trasmissione di corrente sino a 1800° — 2000°. La parte superiore della bacchetta è cava e porta pure qualche goccia di stagno nel quale tuffa un morsetto di nickel E.

2.° L'accumulazione dell'energia termica.

La quantità di calore immagazzinata in un certo corpo è essenzialmente funzione di due termini. Primo la temperatura del corpo rispetto a quelli circostanti: secondo la natura di questo corpo.

Volendosi quindi immagazzinare grandi quantità di calore in un corpo si dovranno usare:

A) grandi salti di temperatura;
B) grandi pesi di accumulatore termico;
C) accumulatori ad elevato calore specifico.

L'usare grandi salti di temperatura se può parere comodo porta ad apparecchi antipratici: infatti se l'apparecchio deve poi servire ad un determinato uso a tale uso sarà connessa una certa temperatura che potrà ammettere delle variazioni ma non di grande portata. Di conseguenza il primo fattore della capacità calorica di un accumulatore termico, e cioè la temperatura, è limitato dall'uso a cui deve servire l'accumulatore stesso non solo, ma potremo a priori affermare che un accumulatore sarà tanto più perfetto alle finalità pratiche *quanto minore sarà il salto di temperatura sotto il quale egli restituirà il calore accumulato.*

Il secondo fattore della capacità termica e cioè il peso dell'accumulatore può essere aumentato a piacere quando non ostino condizioni speciali: in generale però si può affermare che un apparecchio molto pesante non è quasi mai molto pratico per ragioni ovvie: di più, come si vedrà più oltre parlando della trasmissione del calore, grandi pesi equivalgono a grandi volumi e grandi volumi sono circoscritti da grandi superfici le quali disperdono molto calore a detrimento dell'apparecchio: converrà quindi *che l'accumulatore abbia il minor peso ed il minor volume possibile.*

Il terzo fattore e cioè il calore specifico del corpo formante l'accumulatore, dato le precedenti conclusioni, dovrà essere *il maggiore possibile onde consentire la maggior capacità calorica a parità di peso e di salto di temperatura.* Riassumendo quindi le premesse del problema e le conclusioni ora raggiunte l'accumulatore termico più soddisfacente deve soddisfare alle condizioni seguenti:

a) Essere resistente alle maggiori temperature possibili;

b) Essere capace di accumulare nel minor volume possibile, col minimo peso e sotto il più piccolo salto di temperatura possibile la massima quantità di energia termica.

Tali condizioni sono evidentemente antitetiche e non fu agevol cosa il trovare fra loro quel giusto equilibrio che consentisse il loro armonico realizzo colle esigenze industriali.

La prima idea che si seguì fu presa a prestito dalle proprietà termiche connesse al cambiamento di stato fisico dei corpi, proprietà d'altronde ben note e di pubblico dominio: vogliamo accennare cioè alle quantità di calore (dette calori latenti) che un corpo assorbe o cede senza cambiare la sua temperatura quando passa dallo stato solido a quello liquido, da quello liquido a quello aeriforme, da una forma cristallina ad un'altra forma cristallina, etc. insomma ogni qualvolta interviene una modificazione nella sua struttura molecolare.

Si comprende di leggieri come il servirsi di tali proprietà dei corpi per l'accumulazione del calore sia assai seducente: infatti per esse viene realizzato al massimo uno dei postulati che abbiamo posto cioè l'accumulazione *a temperatura costante.*

Ancor più seducente è tale applicazione in quanto tale proprietà non solo è propria in vario grado a tutti i corpi ma bensì è graduabile estremamente facendo delle miscele di due o tre corpi in modo che si può ottenere tutta una serie di miscele che fondono fra 50 e 1200 gradi con la possibilità quindi di accumulare il calore non solo a temperatura costante ma bensì a qualunque temperatura desiderata fino ad oltre un migliaio di gradi.

Abbiamo parlato di calore latente di fusione dei corpi ma fra le varie forme termiche connesse al cambiamento di stato fisico, un'altra risultò molto importante per le nostre ricerche e cioè il calore di dissoluzione in soluzione satura che certi sali presentano.

E così seguendo questa linea eseguimmo una lunga serie di analisi termochimiche su sali e miscele di sali; su soluzioni diverse e su metalli e leghe metalliche, ottenendo una serie di corpi capaci di accumulare sotto un piccolissimo salto di temperatura da 100 000 a 300 000 calorie per metro cubo a temperature fra 50 e 1200 gradi. Senonchè questa soluzione, così brillante in apparenza, venne fortemente se non definitivamente demolita all'atto pratico per le alte temperature.

Infatti, finchè si tratta di 400/500 gradi al massimo i risultati pratici confermarono assai soddisfacentemente le aspettative e possiamo ora presentare apparecchi ancor perfetti dopo due anni di vita, ma per le temperature superiori intervennero fatti di tale importanza da sconsigliarci, almeno allo stato attuale dei nostri studi, un impiego pratico di tali sostanze accumulatrici di calore.

In primo luogo, quando la temperatura si avvicina ai 700-900 gradi l'affinità chimica delle miscele o delle leghe metalliche verso altri corpi si esalta talmente da rendere quasi impossibile il trovare un recipiente che senza guastarsi possa mantenere per lungo tempo questi corpi allo stato di fusione ignea: quindi pericoli di corrosioni e rotture, tanto più gravi praticamente in quanto un guasto del recipiente implica la fuoruscita del liquido incandescente con gravissimo ed evidente pericolo.

Poi le esalazioni di gas che tali miscele emanano ad alte temperature e che se non sono sempre venefiche sono spesso corrosive.

Infine l'esperienza ha dimostrato che tutte queste miscele sottoposte a continue fusioni e solidificazioni si alterano profondamente mutando la loro struttura chimica, e con essa le proprietà termiche iniziali.

Si tennero quindi come soddisfacenti i risultati ottenuti in questo campo fino a 400 gradi e per l'accumulazione a temperatura superiore si cercò altrove. Date le premesse, si indirizzarono gli studi sui vari materiali refrattari e sui metalli, ottenendo anche qui risultati soddisfacenti sanzionati da un pratico uso di un biennio circa.

Bisognava anzitutto avere un mezzo pratico e rapido che permettesse di misurare il calore specifico dei corpi ad alte temperature. Gli usuali calorimetri non servono bene allo scopo e se dànno risultati scientificamente esatti richiedono cure speciali e non facili. Bastandoci un apparecchio che desse rapidamente dei dati pratici se non rigorosamente scientifici lo costruimmo noi basandoci sui recentissimi concetti della trasmissione del calore.

Tali concetti esposti per la prima volta dal Dottor Carlo Hering nel « Metallurgical and Chemical Engineering » (1911, vol. IX, pag. 13) consistono nell'assimilare la trasmissione del calore attraverso una parete alla trasmissione della corrente elettrica lungo un conduttore e nel trasportare tale quale nel campo termico la legge di ohm: e siccome questa dice che la differenza di potenziale fra due punti di un conduttore è uguale al prodotto della resistenza elettrica del conduttore per l'intensità di corrente che lo attraversa così del pari si dirà nel campo termico che la differenza di temperatura fra due superfici delimitanti all'interno ed all'esterno un recipiente riscaldato internamente è uguale al prodotto della resistenza termica del recipiente per il flusso calorico che attraversa le pareti.

Nel campo elettrico le tre unità fondamentali per la legge di ohm sono il volt, l'ohm e l'ampère, cosicchè la legge si schematizza nella dizione:

$$\text{Volt} = \text{ohm} \times \text{ampère}$$

Nel campo termico essa si schematizza nella dizione: differenza di temperatura = A × calorie per ogni ora, dove abbiamo provvisoriamente chiamato A la resistenza del recipiente internamente riscaldato.

Trattandosi di apparecchi elettrotermici è comodo sostituire alle calorie per ogni ora l'unità elettrica e cioè il watt ed essendo 1 watt — ora = 0,864 calorie potremo modificare la dizione ora trovata colla seguente:

$$\text{differenza di temperatura} = B \times \text{Watt}$$

dove B è la resistenza termica del recipiente quando l'energia calorica consumata nell'interno dello stesso sia espressa in watt. Se ora noi mantenendo l'analogia colla legge di ohm esprimiamo tale resistenza B in ohm-termici (thermal-ohm secondo l'Hering) e se riferiamo all'unità la dizione prima esposta avremo

$$1 \text{ grado centigrado} = \text{ohm-termico} \times 1 \text{ watt}$$

la quale ci dice che:

Se nell'interno di un recipiente chiuso ermeticamente ed avente una resistenza termica totale di un ohm noi manteniamo una sorgente elettrotermica che consuma un watt avremo una differenza fra l'esterno e l'interno pari ad un grado.

Premesso quanto sopra come necessario chiarimento, ecco il metodo da noi seguito per la determinazione pratica (non scientifica) dei calori specifici ad alte temperature.

Sia un recipiente parallelopipedo di cui si sia accuratamente misurata la resistenza termica in ohm (su tali misure vedi più oltre al capitolo « Trasmissione del calore ») media fra le temperature tra le quali si vuol conoscere il calore specifico medio delle varie sostanze in esame. A questa resistenza R corrisponderà per quanto abbiamo prima detto un certo consumo W di energia termica all'interno dell'apparecchio (espresso in watt) ed un certo dislivello di temperatura fra l'interno e l'esterno dell'apparecchio e precisamente sarà

$$T = R\,W.$$

Se noi ora nell'interno dell'apparecchio poniamo un campione di peso *unitario* della sostanza in esame, lo riscaldiamo ad una temperatura T_1 e, a regime raggiunto lo lasciamo raffreddare ad una temperatura T_2 tale che (supponendo di operare in un ambiente a 0°) $\frac{T_1 + T_2}{2} = T$ essendo C il calore totale e t il tempo impiegato nel raffreddamento (espresso in ore) potremo dire che durante il tempo t il calore emesso dal campione ha avuto lo stesso effetto che se noi avessimo speso l'energia W per t ore e paragonando le due energie conchiudere che il calore C è uguale a $W \times t$ e volendolo esprimere in calorie che

$$C = 0{,}864\ W\ t$$

ed essendo $W = \frac{T}{R}$

$$C = 0{,}864\ \frac{T}{R}\ t$$

e infine dividendo per il salto di temperatura si avrà il calore specifico cercato

$$c.\ sp. = 0{,}864\ \frac{t}{R}\ \frac{T}{T_1 - T_2}$$

Abbiamo volutamente schematizzato il processo per amore di evidenza: la formula ottenuta va corretta con un coefficiente sperimentale dipendente da varie cause che accenniamo solo di sfuggita e che sono precisamente:

1 Il calore specifico proprio dell'apparecchio;

2 La differenza fra la media aritmetica delle temperature è la media reale dato che il raffreddamento del campione avviene non linearmente ma secondo una iperbole equilatera.

Tali errori si determinano egualmente e dànno quella che si chiama la costante dell'apparecchio.

Con questo metodo si misurò il calore specifico ad alte temperature di oltre 200 corpi ed il metodo consentì di individuarne 3 che dimostrarono di avere fra 800 e 1000 gradi un calore specifico riferito all'unità di volume come segue:

Corpo A = calorie per litro e per grado 1
Corpo B = calorie per litro e per grado 1.05
Corpo C = calorie per litro e per grado 1.2

Tutti tre i corpi suddetti sono inalterabili al calore, di durata lunghissima e si differenziano per quanto segue:

Il corpo A ha un peso specifico di 2.25
» » B » » » » 2.60
» » C » » » » 8.10
» » A è buon conduttore dell'elettricità
» » B è isolante perfetto fino a 1500°
» » C è buon conduttore
» » A costa circa (prezzi odierni) L. 1.— al Kg.
» » B » » » » » 2.— » »
» » C » » » » » 4.— » »

Resta quindi al caso singolo di scegliere uno o l'altro di questi corpi che, si noti, sono tutti prodotti italiani. Concludendo quindi le soluzioni che abbiamo in definitiva accolto sono:

a) - *Per temperature* fino a 600°. Accumulazione utilizzando il calore di dissoluzione in soluzione satura di alcuni sali, il calore di fusione acquea di altri sali, e quello di fusione ignea.

b) - *Per temperature alte* fino 1500°. Accumulazione utilizzando tre corpi che ci risultarono avere una massa in acqua circa uguale all'unità alle predette temperature.

3.° La trasmissione del calore. - I coibenti termici.

Nelle precedenti considerazioni si disse come siamo arrivati ad accumulare il calore *trasformando con opportuni corpi termoelettrici l'energia elettrica in energia termica ad alta temperatura e raccogliendola in opportuni corpi aventi nel minimo volume possibile e sotto il minimo salto di temperatura la maggior possibile capacità termica.*

Però ogni corpo riscaldato, e quindi anche il nostro accumulatore, trasmette il suo calore ai corpi circostanti più freddi; più ancora, quanto più elevata è la temperatura del nostro accumulatore e tanto più forte è la quantità di calore trasmesso la quale cresce assai più fortemente che non cresca la temperatura del corpo caldo rispetto a quelli più freddi circostanti. Infatti la quantità di calore che un corpo caldo trasmette ad un corpo più freddo è data da due quantità:

1° La quantità di calore trasmessa per contatto;
2° La quantità di calore trasmessa per irradiazione.

Ora è certo: *Che la quantità totale di calore trasmessa da un corpo caldo cresce più assai che proporzionalmente all'aumento della temperatura del corpo rispetto ai circostanti.*

Che essa è proporzionale alla superficie trasmettente ed al tempo e varia col variare del corpo trasmettente.

Sorge quindi intuitivamente l'idea di proteggere l'accumulatore entro recipienti formati di sostanze cattive conduttrici del calore. Queste sostanze dette altrimenti calorifughi o coibenti sono abbastanza numerose ma solo recentemente furono studiate con metodo scientifico.

Per quanto sopra si disse la loro resistenza interna al passaggio dell'energia termica si esprime in tohm per centimetro cubico e la loro resistenza superficiale in tohm per centimetro quadrato. Per dare un concetto evidente dell'ordine di queste grandezze diremo che mentre un corpo buon conduttore del calore ha una resistenza termica interna oscillante fra 0.27 tohm per cmc. (rame fra 100° e 900°) e 1,1 tohm per cmc (ferro fra 100° e 400°) un corpo coibente o cattivo conduttore ha una resistenza termica che va da 100 tohm per cmc (mattoni per muratura fra 100° a 1000°) a 2750 tohm per cmc (farina di sughero a 50°) ossia, prendendo i limiti estremi da noi esperimentati, tale quantità dal corpo più buon conduttore termico a quello più coibente varia grossolamente da 1 a 10 000.

Per uno stesso corpo coibente poi tale resistenza diminuisce fortemente col crescere della temperatura: in alcuni corpi linearmente, in altri secondo curve più o meno accentuate (Vedasi fig. 2).

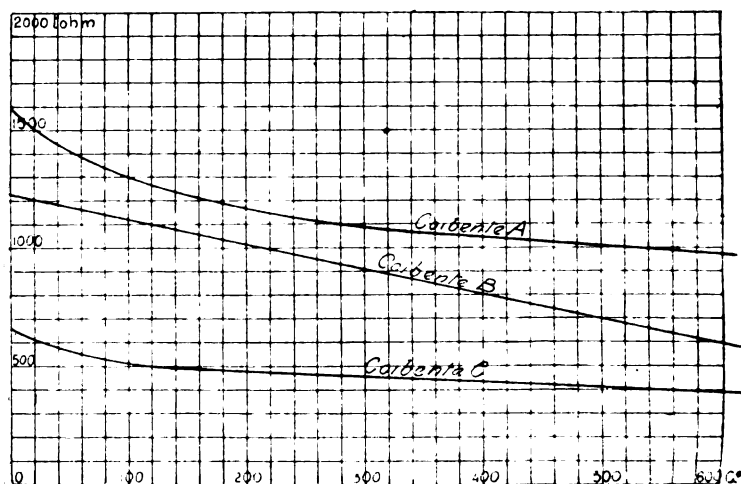



Fig. 2.

I coibenti per basse temperature che offre il mercato sono abbondanti ed ottimi e non si ha che da scegliere a seconda delle varie applicazioni quelli che meglio convengono per le loro peculiari particolarità. Diamo una tabella dei coibenti per basse temperature da noi sperimentati con successo indicando la loro resistenza termica interna e superficiale in tohm per cmc rispettivamente per cmq e la particolarità che li distingue l'uno dall'altro. Salvo casi speciali abbiamo preferito il sughero conglomerato alla caseina e meglio di tutto la varietà di questo tipo chiamata « *expansit* » ottenuta con una carbonizzazione parziale dei granelli di sughero prima della conglomerazione. Il suo costo relativamente modesto, la sua maneggiabilità, la sufficiente resistenza meccanica e la facilità di montaggio ce lo hanno fatto preferire agli altri.

COIBENTE	Resistenza termica interna thom cmc.	Resistenza termica superficiale thom cmq.	CARATTERISTICHE per l'uso nell'accumulazione termica
Conglomerato di sughero compresso	a 50° - 1950	a 90° - 600	Costo basso, igroscopico, combustibile
Farina di sughero	a 0° - 2750	—	» » » pulverulento
Seta	a 0° - 2600	a 50° - 900	» elevato, poco pratico, deperibile
Segatura di legno .	a 50° - 1560	—	» basso » » igroscopico
Kapok	a 0° - 2600	—	» medio » » »
Cartone ondulato .	a 0° - 1630	a 0° - 700	» basso, poca resistenza mecc., combust.
Lana	a 0° - 2600	a 0° - 700	» elevato, facile montaggio, deperibile
Expansit . . .	a 50° - 2300	a 0° - 600	» medio, ottimo, poco combustibile

Invece, per la media ed alta temperatura la scelta fu più laboriosa.

Dalla tabella relativa che sotto riportiamo ci risultarono di gran lunga superiori i tre ultimi tipi, due dei quali (Porosite e Diatomite) erano già sul mercato, e ci suggerirono uno studio più accurato che ci condusse ad un tipo della stessa classe, ma specialmente scelto secondo quanto andremo dicendo (Cellulare « D »).

Questi coibenti sono formati da un impasto di farina fossile, granelli di sughero ed un agglomerante; tale impasto, precedentemente essiccato viene poi portato al forno; ivi la parte combustibile brucia e scompare, mentre l'agglomerante cuocendosi colla farina fossile si indurisce dando alla fine un prodotto spugnoso o cellulare, avente l'aspetto esteriore degli usuali mattoni ed un peso specifico di circa 300 cg al mc.

COIBENTE	Resistenza termica interna tohm cmc.	Resistenza termica superficiale tohm cmq.	CARATTERISTICHE per l'uso nell'accumulazione termica
Kieselguhr sciolto	a 0° - 1080	—	Economico, difficile montaggio, calcina a 600°
» impastato	a 3'0° - 00	a 100° - 720	» pratico, fragile » a 1000°
Feltro Martinite .	a 50° - 1200	—	Costo elevato, flessibile non calcina
Cotone silicato .	a 50° - 750	—	» » poco pratico, non calcina
Porosite . . .	a 0° - 1300	a 100° - 600	» medio, praticissimo, facile montaggio
Diatomite . . .	a 0° - 1500	a 100° - 600	» » » »
Cellulare "D" .	a 50° - 1700	a 100° - 800	» » » » »

Constatammo però che la resistenza termica di questi materiali variava fortemente col variare delle dimensioni dei granelli di sughero o, che è lo stesso, colle dimensioni delle celle rispetto allo spessore delle pareti divisorie e ci proponemmo quindi di analizzare quale fosse il rapporto maggiormente vantaggioso fra la dimensione della cella e lo spessore delle pareti divisorie.

Abbiamo già visto che la resistenza che una sostanza qualsivoglia oppone al passaggio del calore dipende da due fattori: il primo si riferisce alla resistenza che l'energia termica incontra nel passaggio attraverso la sostanza; il secondo la resistenza che la stessa energia incontra nel penetrare e rispettivamente uscire attraverso le superfici delimitanti esternamente il corpo che si considera; entrambi questi fattori si esprimono in ohm termici il primo per cmc il secondo per cmq.

Il coibente ideale sarebbe rappresentato (fig. 3) da una serie di straterelli separati da sottilissime lame d'aria secondo piani paralleli

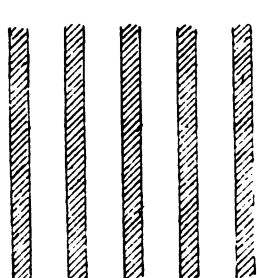
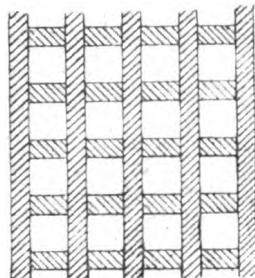



Fig. 3. Fig. 4.

fra loro e perpendicolari alla propagazione dell'energia termica. Infatti se noi prendiamo, per esempio, il coibente Kieselguhr impastato, e se pensiamo di poterne fare tanti straterelli dello spessore di un millimetro, noi avremo che un centimetro cubo del corpo formato da detti straterelli avrebbe come resistenza termica quella dovuta alla somma degli spessori dei singoli straterelli, e cioè 350 tohm (in un centimetro vi sono 5 straterelli di 1 mm ossia 5 mm aventi la resistenza di $\frac{700}{2} = 350$ tohm) più quella dovuta alle superfici degli straterelli ossia $10 \times 720 = 7200$; in tutto quindi l'enorme resistenza termica di 7500 tohm.

Tale soluzione è però praticamente irrealizzabile e ci si avvicina connettendo fra loro gli straterelli con altri a loro perpendicolari formando un corpo cellulare (fig. 4); ora tale seconda serie di strati facilita rispetto alla soluzione ideale la trasmissione del calore; è quindi evidente che da un lato conviene aumentare il numero delle celle per aumentare le superfici di uscita e di entrata dell'energia termica, dall'altro conviene diminuirlo per non avere eccessive connessioni trasversali che, come si disse, facilitano la trasmissione dell'energia termica. Devesi quindi risolvere un problema di minimo e senza riportarne qui lo svolgimento ne diamo il risultato.

Si dimostra infatti analiticamente che essendo y il numero delle celle per centimetro lineare, s lo spessore delle pareti divisorie, w la resistenza termica interna del corpo e w_1 quella superficiale si ha che il numero di celle che dà la maggior resistenza termica è dato da

$$y = \frac{1}{\sqrt{2\,s}} \sqrt{\frac{w}{2\,w_1}}$$

Estendendo questo concetto ai coibenti cellulari che dava il mercato determinammo i valori di s w w_1 e trovammo che il numero di celle più opportuno era di 3 a 4 per centimetro ossia cellette cubiche aventi circa 3 mm di lato.

Le nostre deduzioni analitiche furono confermate dall'esperienza: infatti il nostro coibente cellulare (nel quale con opportuni trattamenti chimici aumentammo w_1 rispetto a w) diede sperimentalmente una resistenza termica di circa il 20% superiore a quella dei consimili corpi esistenti sul mercato: onde lo adottammo in definitiva per i nostri apparecchi.

Risolta così e confermata sperimentalmente la scelta dei vari coibenti, non restava che dimensionare opportunamente i recipienti atti a contenere gli accumulatori termici in modo che essi meglio soddisfacessero alle esigenze pratiche.

Qui ci giovammo senz'altro degli studi accuratissimi dell'Hering e dello Stansfield, tutti confermati da lunghe serie di esperienze che in gran parte ripetemmo, traendone la sicurezza trattarsi di dati e formule veramente conclusivi. Si tratta sempre, nel nostro caso, di determinare la quantità di calore dispersa attraverso recipienti di dimensioni limitate e per lo più aventi forma parallelopipeda. Riportiamo qui le norme principali che abbiamo seguito nello studio suddetto, traendole dalle conclusioni degli autori sopra citati.

a). Dato un recipiente parallelopipedo avente forte spessore di pareti rispetto alla cavità interna si dimostra matematicamente (Karl Hering: *Heat conductances trough walls of Furnaces*) che agli effetti termici la superficie trasmettente è uguale alla media geometrica fra la superficie della cavità interna e quella della superficie esterna;

b). Data la forte differenza fra la temperatura interna del recipiente e quella esterna si assumerà come resistenza termica specifica del coibente quella corrispondente alla media fra la temperatura interna e quella esterna;

c). La resistenza superficiale di contatto e radiante è praticamente indipendente dalla natura del corpo e si può desumere da diagrammi sperimentali di agevole costruzione: d'altra parte nel caso che si considera, dato i forti spessori di coibente che sono in gioco, essa ha lieve importanza e la sua determinazione empirica è sufficiente data l'approssimazione che in simili casi è consentita.

Abbiamo applicato in numerosi casi i concetti succitati e non abbiamo mai trovato differenze fra il progetto ed il risultato superiori al 5 o 6%.

4.° Il nostro sistema di accumulazione. L'accumulatore termico differenziale.

Malgrado l'accurata scelta dei coibenti e malgrado i perfezionamenti nella loro struttura da noi introdotti, quando la temperatura a cui si vuol accumulare è molto alta oppure quando si richiedano elevatissimi rendimenti si incontrano ancora difficoltà notevoli e, qualche volta, insuperabili.

Pensammo allora di girare le difficoltà ed esponiamo le considerazioni che ci indussero a risultati pratici abbastanza notevoli.

Dimostrazione del principio differenziale dell'apparecchio (fig. 5).

Suppongasi un corpo qualunque *A* racchiuso in un involucro coibente 1111 e riscaldato da una qualunque sorgente termica. Mentre si effettua il riscaldamento l'energia termica somministrata dalla sorgente calorica andrà in parte ad aumentare la temperatura del corpo *A* ed in parte andrà dispersa attraverso le pareti 1111. Dopo un certo tempo

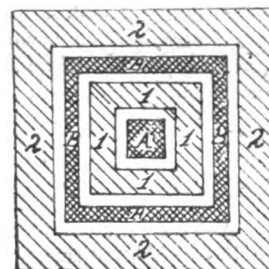



Fig. 5.

di funzionamento si avrà quindi una certa quantità di calore accumulata in *A* per l'avvenuto sopraelevamento della sua temperatura mentre il resto dell'energia si sarà disperso per conduzione, irraggiamento, moti convettivi etc. attraverso le pareti del coibente. Se la temperatura di *A* è bassa, usando di buoni coibenti (numerosissimi per basse temperature) si può ottenere un rapporto fra la totalità dell'energia calorica immessa e quella accumulata assai vicino all'unità e quindi un buon rendimento dell'apparecchio. Ma se si aumenta la temperatura di *A* tale rapporto discende rapidissimamente, in quanto il coefficiente di trasmissione dell'involucro coibente cresce rapidamente col crescere della temperatura e la quantità di energia trasmessa è a detto salto proporzionale; inoltre la quantità di energia irraggiata dalla parete esterna del coibente cresce colla differenza fra le quarte potenze delle temperature assolute della parete stessa e dell'esterno.

Per tal somma di fatti coll'aumento della temperatura di *A* il rendimento dell'apparecchio diminuisce così rapidamente da divenire industrialmente inammissibile. Se noi però al di là del coibente 1111 mettiamo un secondo corpo *B* atto a riscaldarsi ed a sua volta racchiuso da un secondo coibente 2222 e se dimensioniamo il corpo *B* in modo che con un aumento di temperatura *da noi fissato* possa accumulare tutta l'energia trasmessa dall'involucro o diaframma 1111, noi avremo alla fine del periodo che si considera l'energia calorica generata dalla sorgente in parte accumulata in *B* ed in parte dispersa attraverso le

pareti 2222. Ma siccome la temperatura massima di B è stata da noi fissata e siccome la quantità di energia dispersa dipende appunto dal salto di temperatura fra il corpo B e l'esterno, se noi avremo fissata piccolissima la temperatura massima di B, piccolissima anche risulterà la quantità di energia dispersa. Se si volesse ancora aumentare la temperatura di A o se il corpo B risultasse troppo ingombrante si potrà aggiungere un terzo corpo C avvolto da un coibente 3333 e così di seguito dimensionando sempre i singoli *corpi o principi accumulanti* in modo che ciascuno di essi sia atto ad accumulare nel tempo che si considera *la differenza fra la quantità di energia che gli viene ceduta o dalla sorgente calorica o dal precedente diaframma coibente e quella che il susseguente diaframma per le sue caratteristiche e per il salto di temperatura trasmette al corpo o principio susseguente.*

Reciprocamente poi nel periodo di utilizzazione (ossia cessata la immissione di calore nel primo corpo o principio) ogni corpo sarà capace di restituire raffreddandosi la *differenza fra la quantità di calore che egli ha accumulato più quella che nel periodo di utilizzazione gli viene trasmessa dall'antecedente principio e quella che egli durante lo stesso periodo trasmette al susseguente principio.*

Resta a considerare in quale modo si possa utilizzare il calore così accumulato a varie temperature decrescenti. Astraendo dai casi particolari vogliamo fissarne solo uno che è il più generale e che si presta ad ogni possibile applicazione. Se noi infatti facciamo passare attraverso i vari corpi che hanno accumulato l'energia termica un fluido immettendolo nel corpo a più bassa temperatura e facendolo mano mano passare nei vari accumulatori procedendo da quello a più bassa temperatura fino a quello a più alta temperatura e se le varie costanti così dei corpi accumulanti come del fluido integratore saranno opportunamente scelte, noi potremo ottenere in un tempo prefissato l'asportazione di tutto il calore accumulato che accoglieremo ed utilizzeremo all'uscita del fluido integratore dall'accumulatore a più alta temperatura.

La circolazione del fluido nei vari principi accumulatori può essere forzata ma in non pochi casi può anche provocarsi automaticamente per effetto dei dislivelli di temperatura esistenti fra i vari principi accumulatori e fra questi e l'esterno.

Inutile il dire che come sostanze accumulatrici potremo servirci (vedi quanto detto a proposito degli accumulatori) sia di corpi accumulanti a temperatura variabile sia delle trasformazioni di stato fisico di altri corpi (accumulazione a temperatura costante).

Il nostro sistema consente di accumulare ed utilizzare l'energia termica e quella qualunque temperatura che sia desiderata nei limiti dei materiali refrattari che sono a disposizione e per di più con quel qualunque rendimento che fosse richiesto fino al limite del 100%, limite questo circoscritto solo da esigenze di spazio e di peso dell'apparecchio.

Quanto alla natura del fluido integratore essa dipende dalle temperature che sono in gioco e sarà indicata mano mano che parleremo delle varie applicazioni pratiche potendo in qualche caso essa compenetrarsi collo stesso accumulatore.

5.° Le applicazioni pratiche.

A). Stufe ed essicatoi termoelettrici.

E' questa una numerosissima categoria di applicazioni richiedenti temperature comprese fra 100° e 300°. Siamo quindi nelle più favorevoli condizioni sia per quanto riguarda la temperatura sia per quanto riguarda l'accumulatore. Tutti gli apparecchi di questa categoria da noi studiati hanno le seguenti caratteristiche comuni:

a) Corpo riscaldante a filo resistente oppure a miscela di carburi.

b). Accumulatori a trasformazione di stato fisico.

c). Sistema ad un solo o al massimo due principi accumulanti.

d). Diaframmi in «Cellulare D» per il primo diaframma ed in Expansit o sughero conglomerato per il secondo diaframma.

e). Fluido integratore: aria oppure una miscela di aria e vapore acqueo oppure solo vapore acqueo surriscaldato (per la produzione del vapore acqueo necessario vedi più oltre sotto la ragione *Generatori di vapore termoelettrici*).

f). Il movimento del fluido integratore è prodotto o dallo squilibrio di temperatura (stufe a circolazione naturale) o da un ventilatore od infine dalla pressione del vapore sia come tale che come ventilatore a dardo di vapore.

Diamo lo schema e la descrizione di un accumulatore a circolazione forzata per uso di essicatoio fino a 300°.

L'accumulatore per essicatoio (fig. 6) è a due principi accumulanti: P_1 a 300 gradi P_2 a 120°. P_1 accumula mediante la sua fusione e P_2 sia mediante la fusione sia mediante la dissoluzione in soluzione satura: se richiesta dal caso P_2 può anche essere acqua pura ed in tal caso l'accumulatore può dare aria fino a 300° e acqua fino a 90°. Nella figura E è un corpo termoelettrico cilindrico che abbraccia il primo principio accumulante P_1: da questo attraverso il diaframma D_1 il calore passa ad accumularsi in P_2 che nel caso in termini è una caldaia a gabbia contenente l'accumulatore. Essa consta (K) di due telai tubolari circolari a sezione quadrata collegati da una serie di tubi verticali: il telaio superiore attraverso il secondo diaframma è messo in comunicazione coll'esterno dove finisce a seconda dei casi o a tubazione di acqua o a imbuto per la rigenerazione periodica dell'accumulatore.

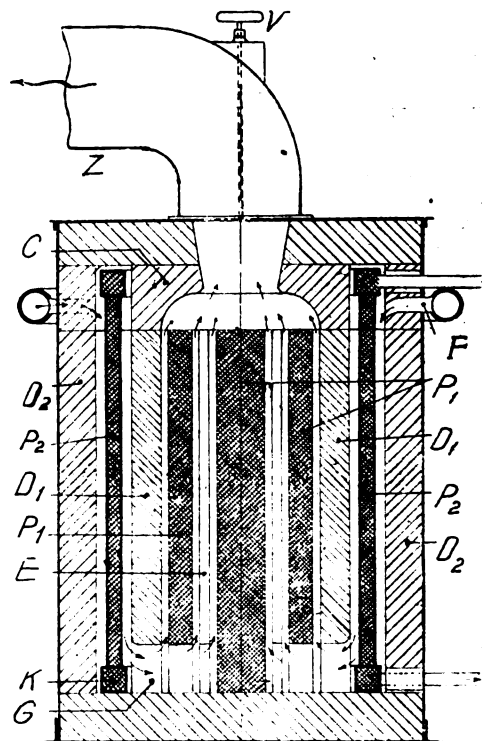



Fig 6.

Nel secondo diaframma alla parte superiore sono praticati dei fori F comunicanti colla tubazione dell'aria in pressione: infine nel centro del coperchio C è praticata un'apertura troncoconica tappata da corrispondente tappo coibente.

Volendo far funzionare l'apparecchio si mette in pressione il condotto dell'aria fredda: questa attraverso i fori F entra nel primo principio, scendendo verso il basso si riscalda alla temperatura del principio stesso viene cacciata attraverso i fori G nel secondo principio si riscalda alla temperatura di questo, e quando sia alzato il tappo di chiusura mediante il volantino V sorte e va al condotto dell'essicatoio.

Crediamo inutile descrivere le infinite varianti che questo accumulatore può assumere essendo cosa che esorbita dalla specialità che stiamo esaminando ed entra nell'ambito della comune meccanica. Così invece di aria pura si può immettere aria umida, oppure miscele di gas, il moto del fluido si può provocare per pressione o per aspirazione etc. etc.

B). Generatori di vapore termoelettrici.

Una serie di apparecchi particolarmente interessante che applicano i principi dianzi esposti sono i generatori di vapore termoelettrici (fig. 7): essi consentono in primo luogo l'introduzione del vapore nei servizi domestici e consentono d'altro canto un mezzo esattissimo ed a elevatissimo rendimento per la tamponatura delle centrali idroelettriche ad acqua fluente. Come si vedrà più oltre il loro rendimento elevatissimo ed il loro modico costo rende in molti casi il nostro sistema di tamponatura preferibile perfino ai serbatoi di compensazione idraulica giornaliera.

Per la realizzazione di tali apparecchi abbiamo accoppiato ai nostri accumulatori termoelettrici il concetto applicato nei generatori di vapore del tipo Serpollet, ottenendo un complesso notevole per semplicità, precisione e sicurezza di funzionamento.

Come è noto i generatori di vapore del tipo Serpollet constano in un tubo metallico piegato a serpentino e riscaldato esternamente su tutta la sua lunghezza per lo più da una lunga serie di piccole fiammelle a petrolio, benzina od altri idrocarburi liquidi o gazosi. L'acqua viene immessa ad un capo del serpentino e percorrendolo si vaporizza istantaneamente uscendo dall'altro capo del serpentino sotto forma di vapore secco o surriscaldato a seconda delle particolari condizioni dell'apparecchio.

Noi abbiamo immerso uno di tali serpentini nel corpo di uno dei nostri accumulatori elettrotermici a media temperatura (300°-400°) mantenendo per il resto il funzionamento dei tipi Serpollet, con questo

enorme vantaggio rispetto agli stessi di avere una temperatura assolutamente costante lungo tutto il serpentino e di avere una trasmissione di calore dalla massa accumulatrice al serpentino perfettamente uniforme su tutta la lunghezza del serpentino stesso.

Ciò premesso a chiarimento del concetto informativo del nostro apparecchio passiamo a descriverlo.

L'accumulazione termoelettrica adottata è a due principi accumulanti: il primo è una speciale miscela capace di accumulare circa 200 000 calorie per metro cubo passando da 250 a 350 gradi: il secondo è acqua accumulante 90 000 calorie al metro cubo passando da 10 a 100 gradi. Il primo principio P_1 è contenuto in una caldaia verticale di ferro opportunamente dimensionata portante al centro una camera cilindrica E destinata a contenere il corpo termoelettrico: se si vuole usare corrente trifase si adotteranno 3 camere simmetricamente disposte rispetto all'asse della caldaia.

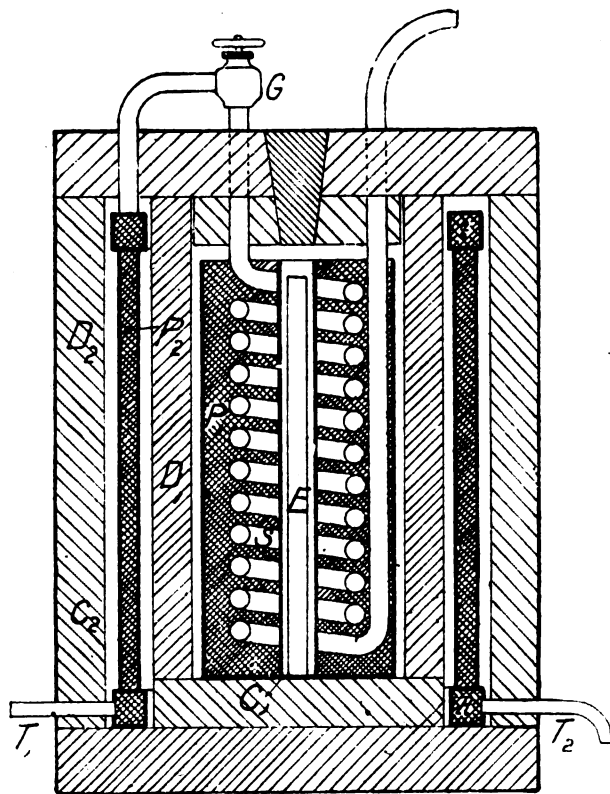



Fig. 7.

Nell'interno della massa P_1 è immerso un serpentino S in tubo di acciaio avente diametro e spessore dimensionati in relazione alla pressione di esercizio cui è destinato il vapore da prodursi. L'estremità superiore del serpentino sorte dall'apparecchio e così pure quella inferiore.

La caldaia C è avviluppata dal diaframma D_1 in coibente cellulare « D ». Il diaframma D_1 è a sua volta circondato da una seconda caldaia tubolare P_2 formata come si è visto per l'accumulatore da essicatoio: il collettore inferiore R della stessa è messo in comunicazione coll'apparecchio di alimentazione (che deve essere in questo caso una pompa centrifuga) attraverso il tubo T_1 e porta uno scarico T_2 per il lavaggio della caldaia: il collettore superiore Z invece vien fatto comunicare coll'esterno e viene congiunto attraverso l'apparecchio regolatore G al capo superiore del serpentino. Infine la caldaia P_2 è a sua volta avviluppata dal secondo diaframma D_2 in expansite o sughero compresso.

Il processo di accumulazione avviene nel modo più volte accennato: la corrente elettrica scalda il corpo E, si trasmette al primo principio accumulatore P_1 e da questo attraverso il diaframma D_1 al principio P_2. I principi e i diaframmi sono dimensionati in relazione alla potenza dell'apparecchio ed al concetto informativo a suo tempo esposto dell'accumulatore differenziale.

L'utilizzazione dell'apparecchio avviene come segue:

Si mette in azione la pompa di alimentazione e quindi si lancia nel tubo T_1 e nella caldaia C_2 la pressione di alimentazione che deve essere, per quanto diremo oltre, appena leggermente superiore alla pressione di esercizio del vapore. Si apre indi il regolatore G (il quale non è altro che una valvola a spillo) e da questo allora l'acqua calda di C_2 passa in forma di zampillo nel serpentino S_2: si ottiene allora l'evaporazione dell'acqua dapprima istantanea e poi graduale mano mano che si stabilisce l'equilibrio fra la trasmissione del calore dalla massa P_1 all'acqua e l'evaporazione di questa. Naturalmente mano mano che l'accumulatore si esaurisce il livello dell'acqua fredda in P_2 sale e il punto di evaporazione dell'acqua in P_1 scende lungo il serpentino finchè la scarica è ultimata.

Per le loro speciali caratteristiche e per l'elevatissimo loro rendimento i generatori di vapore che abbiamo descritto si prestano ad usi molteplici fra i quali tre specialmente vogliamo segnalare che aprono effettivamente un nuovo e vasto campo di applicazioni dell'energia elettrica: vogliamo dire l'uso dei detti apparecchi per i servizi domestici a cui si può chiamare il vapore, quello in servizio dei riscaldamenti a termosifone e ad aria calda ed infine quello di tamponatura delle centrali idroelettriche che hanno disponibile energia ad acqua fluente. Questi tre usi si connettono alla particolare caratteristica di tali apparecchi di possedere cioè rendimenti elevatissimi. Infatti abbiamo visto a suo tempo che i nostri accumulatori differenziali possono avere rendimenti grandi finchè si voglia. Nel caso in termini poi essendo in gioco temperature relativamente modeste è praticamente assai facile costruire apparecchi (da 100 000 calorie in su) che hanno rendimento del 99 e anche 99 1/2% per ogni ciclo di una giornata e quindi rendimenti del 70 all'85% per ogni ciclo di un mese. Se poi le unità passano i 10 000 000 di calorie allora è possibile ottenere rendimenti che arrivano al 70-80% per un ciclo di sei mesi.

Generatori di vapore per usi domestici.

I generatori di vapore che abbiamo descritto potendo essere costruiti in piccolissime unità e non richiedendo non solo l'opera di un fuochista ma nemmeno quella di un pratico possono essere con tutta tranquillità introdotti nell'uso domestico tanto più facilmente in quanto le società distributrici di energia potranno fornire l'energia necessaria alla loro carica durante i vuoti dei loro diagrammi di carico.

E nell'uso domestico essi possono essere ausiliari preziosi sopratutto per la cottura a vapore dei cibi, per la detersione delle stoviglie e per l'uso di lavanderia (vedi più oltre a proposito delle cucine termoelettriche).

Generatori di vapore nei riscaldamenti e termosifone.

E' frequente il caso in cui gli enti produttori di energia elettrica abbiano disponibile energia nelle ore notturne e nei periodi invernali: in tali casi l'opportunità di ricorrere all'energia elettrica per il riscaldamento degli ambienti è manifesta da un computo assai facile.

Lo schema dell'impianto è assai semplice ed è senz'altro applicabile agli impianti esistenti (fig. 8).

Sia C la caldaia attuale alimentante il termosifone colle relative tubazioni di mandata e di ritorno.

Si inseriranno due valvole V che consentano di escludere la caldaia stessa dal circuito e si prolungheranno le tubazioni di mandata e di ritorno fino alla caldaia K coll'interposizione di due altre valvole V_1 aventi lo stesso scopo delle precedenti rispetto alla caldaia R.

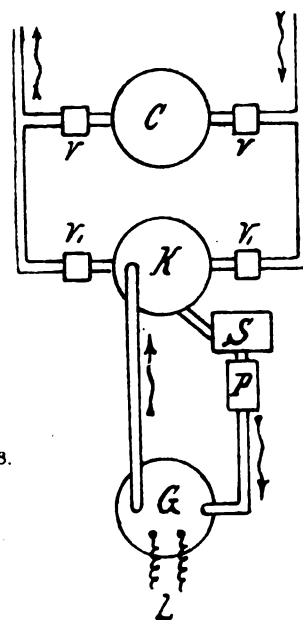



Fig. 8.

La caldaia K è per riscaldamento a vapore e consta di un recipiente termicamente protetto con entro un serpentino: recipiente e serpentino sono proporzionati all'entità dell'impianto. Nel serpentino circola il vapore prodotto dal generatore termoelettrico G e l'acqua di condensazione viene raccolta in un serbatoio S dove viene a finire l'aspirante della pompa P destinata a mantenere la circolazione nel

generatore G alimentato dalla linea L connessa alla rete elettrica coll'interposizione degli abituali apparecchi di misura, manovra e controllo.

La distribuzione così realizzata è assolutamente automatica ed autoregolatrice salvo l'inserzione e disinserzione del generatore G che dipende dalle condizioni di fornitura dell'energia elettrica.

Generatore di vapore nella tamponatura delle centrali (vedi fig. 9).

La linea da tamponare sia L. Sulla stessa sono derivati da un lato il gruppo trasformatore booster Tb e dall'altro turbo generatore T. La regolazione del booster può essere a mano o automatica in funzione del carico di erogazione richiesto. La linea secondaria del booster a tensione variabile alimenta i corpi termoelettrici di una batteria B dei nostri generatori collegati fra loro anche dalla parte alimentazione (tubazione A) e da quella vapore (tubazione V). Il tipo dei

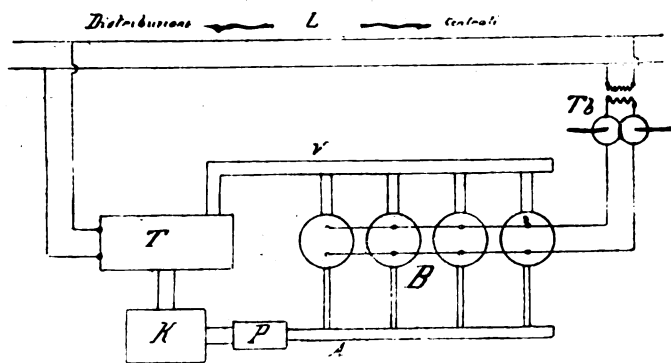



Fig. 9.

generatori sarà opportunamente in questo caso con surriscaldatore di vapore: la tubazione V alimenta il turbo generatore T. Dallo stesso nel condensatore K si raccolgono le condensazioni che col tramite della pompa P vengono rimesse in circolazione nella tubazione di alimentazione A. A seconda del maggior o minor carico il booster varierà la tensione dei morsetti della batteria B e quindi in essa si accumulerà tutta la energia che provenendo dalla centrale non è richiesta dalla distribuzione: quando quest'ultima eccede quella proveniente dalla centrale vi provvederà il turbo generatore T alimentato dal vapore della batteria B. Come si vede il funzionamento è oltremodo semplice e sicuro e si presta ad una grande sensibilità ed elasticità di esercizio, specialmente in grazia della grande rapidità con cui si raggiunge la messa in pressione dei generatori B che, non essendovi nel caso in termini lunghe tubazioni di vapore, avviene in meno di un minuto. Non volendo usare il booster si possono opportunamente costruire e collegare i corpi elettrotermici dai generatori B facendoli funzionare come una batteria di pile e inserendoli con un inseritore a seconda delle condizioni del carico.

C). Cucine elettrotermiche.

La cucinatura elettrica delle vivande pur essendo per molti punti di vista preferibile agli altri sistemi non ebbe fino ad ora largo sviluppo per molteplici cause fra le quali due primissime:

1.° L'ostilità degli enti distributori di fornire energia per tale uso il quale concentra forti carichi in brevi periodi della giornata e per di più uno dei quali va a coincidere colla punta del carico per luce;

2.° Il metodo di cucinatura fino ad ora usato e consistente nel porre i recipienti di cucina contenenti il cibo a contatto con piastre metalliche riscaldate in vario modo dalla corrente elettrica.

La prima di tali cause è senza dubbio fondatissima nè si poteva pretendere che gli enti distributori di energia elettrica favorissero una utilizzazione così assurda per la quale essi avrebbero dovuto tener a disposizione durante 24 ore una enorme quantità di energia che veniva utilizzata sì e no per 2 o 3 ore in tutto. Ed a buona ragione si parla di quantità enormi di energia in quanto per il sistema fin qui in uso del riscaldamento a contatto il fabbisogno di energia per il servizio di cucina in una famiglia di normali consuetudini si eleva intorno ai 700 od 800 watt per testa durante le 2 o 3 ore necessarie giornalmente per la confezionatura dei pasti; e così se a Milano solo 1/10 della popolazione usasse la cucina elettrica occorrerebbero nelle ore dei pasti nientemeno che 40 a 50 000 kW inutilizzati per tutto il resto della giornata.

Ancor più grave dal punto di vista dell'utente è il secondo punto in quanto il riscaldamento a contatto con piastre è lentissimo e contrasta fortemente colle nostre abitudini le quali richiedono frequentemente per non dire abitualmente il fuoco vivo. Nè vale aumentare la potenza del fornello oltre certi limiti poichè il difetto sostanziale sta nel principio: infatti fra la piastra e il recipiente si forma una lama d'aria stagnante che ostacola fortemente la trasmissione del calore, nè si può portare oltre certi limiti la temperatura della piastra per ovvie ragioni di sicurezza. Si è cercato di ovviare a questo inconveniente circondando pentole e fornello con involucri coibenti e si è raggiunto qualche risultato ma ancor ben lontano dal soddisfare le abitudini e le esigenze delle nostre massaie.

La generalità di soluzione che volutamente ci eravamo proposti di raggiungere, ed abbiamo a parer nostro raggiunto, nel problema dell'accumulazione dell'energia termica ha messo a nostra disposizione tutti i mezzi per soddisfare le esigenze di una cucinatura col mezzo dell'elettricità e segnatamente di dirimere i due principali ostacoli ai quali abbiamo testè accennato.

Il nostro sistema infatti ci offriva la possibilità di accumulare l'energia elettrica con buon rendimento ed elevatissime temperature, la possibilità di avere a disposizione correnti di gas pure a temperature elevate nelle quali intravvedemmo la grande analogia con le fiamme di un usuale combustibile agli effetti della cucinatura e infine la possibilità di avere facilmente e senza pericolo a disposizione il vapor acqueo. Bisognava solo armonicamente sfruttare quanto avevamo per ottenere dei risultati aventi valore pratico.

I cibi che una famiglia consuma si possono dividere in cinque grandi categorie:

1. I cibi a lesso	(temper. 100°)
2. I cibi cosidetti in umido o stufati	(» 100°-110°)
3. I cibi al forno	(» 200°-350°)
4. I cibi fritti	(in media 300°)
5. I grigliati	(» »)

Le due prime categorie rispetto alle temperature di cottura si possono riunire in una sola la quale comprende anche il riscaldamento dell'acqua per uso di lavatura delle stoviglie e per uso di piccola toilette ed è la categoria che assorbe i 2/3 del consumo giornaliero.

Essa richiede basse temperature e grandi quantità di calore e per essa nulla di meglio havvi che il vapore. I cibi al forno se richiedono alta temperatura non richiedono per questo grandi quantità di calore; infatti una volta che la vivanda sia portata alla temperatura di cottura essa non consuma più calore salvo per la dispersione del forno che però si presta assai ad essere egregiamente protetto in via termica.

I cibi fritti rappresentano per così dire gli sciuponi della cucina; infatti per essi devonsi mantenere i grassi friggenti a temperatura molto alta (circa 300°) e per di più sia i recipienti che i metodi di tale cottura non consentono alcuna protezione termica. I grigliati infine

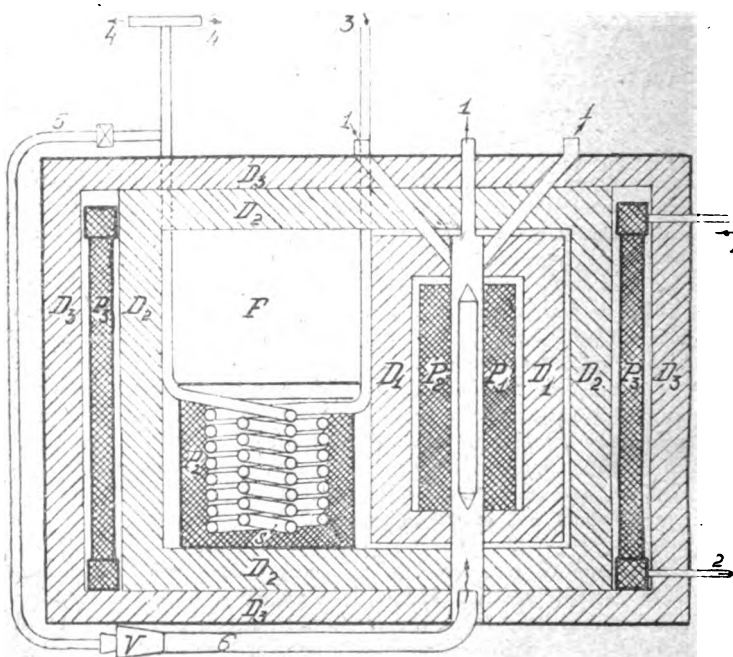



Fig. 10.

se richiedono alta temperatura non richiedono grandi quantità di calore sia perchè le masse da cuocere sono relativamente piccole sia perchè esiste il contatto diretto fra il cibo e il mezzo cuocente.

La preoccupazione maggiore quindi è data dai cibi fritti e ad essa dedicammo il maggior studio. Ci necessitavano alte temperature, rapidità di trasmissione e grandi quantità di calore: tali requisiti dopo prove molteplici ci fu dato di riunirle facendo circolare nell'accumulatore una corrente d'aria e facendola uscire da ugelli posti sul piano superiore della cucina: però la circolazione che si poteva ottenere

per convessione naturale non era sufficiente a pareggiare il fornello a gas che avevamo sempre come mezzo di confronto; allora pensammo di riunire nella nostra cucina un piccolo generatore di vapore il quale ci consentiva in primo luogo di avere a disposizione un fluido in pressione e quindi atto ad attivare la circolazione dell'aria, in secondo luogo di poter effettuare a vapore la cottura dei cibi a lesso e degli stufati nelle migliori condizioni di rendimento, in terzo luogo di aumentare la capacità calorica del fluido integratore mescolando all'aria il vapore surriscaldato ed ottenendo quindi rispetto all'aria pura un calore specifico sensibilmente superiore a parità di volume. Dato poi le varie temperature necessarie alle varie specie di cibo scalate fra 100 gradi per i lessi a 700 gradi per la corrente di aria calda questa scala si adattava mirabilmente alla concezione del nostro accumulatore differenziale che come si disse per la sua stessa natura porta ad accumulare il calore a varie temperature scalate fra loro.

La nostra cucina termoelettrica (fig. 10 e 11) fu quindi concepita come segue: Essa consta di un accumulatore termico differenziale a 3 principi accumulanti P^2 P_2 P_3 alle temperature rispettive di 1000°-350°-90° separati dai diaframmi D_1 D_2 D_3. La camera fra i diaframmi D_1 e D_2 destinata a contenere il principio P_2 non è simmetrica ma si sviluppa unilateralmente. Questo però praticamente non ha influenza alcuna sul funzionamento dell'apparecchio. Il principio accumulatore P_1 ad alta temperatura consta di uno dei composti ai quali abbiamo accennato parlando degli accumulatori che è incombustibile e quasi inconsumabile. Esso porta una o più cavità contenenti i corpi termoelettrici che in questo caso sono del tipo a suo tempo descritto per alta temperatura. Da questo primo accumulatore attraverso il diaframma D_1 l'energia termica passa ad accumularsi nell'accumulatore P_2 il quale non è che un piccolo generatore di vapore termoelettrico quale a suo tempo descritto. Però detto generatore occupa solo la metà della camera disponibile essendo la camera superiore destinata a fungere da forno di cottura degli alimenti alla temperatura stessa dell'accumulatore P_0 (350 gradi circa). Dal secondo

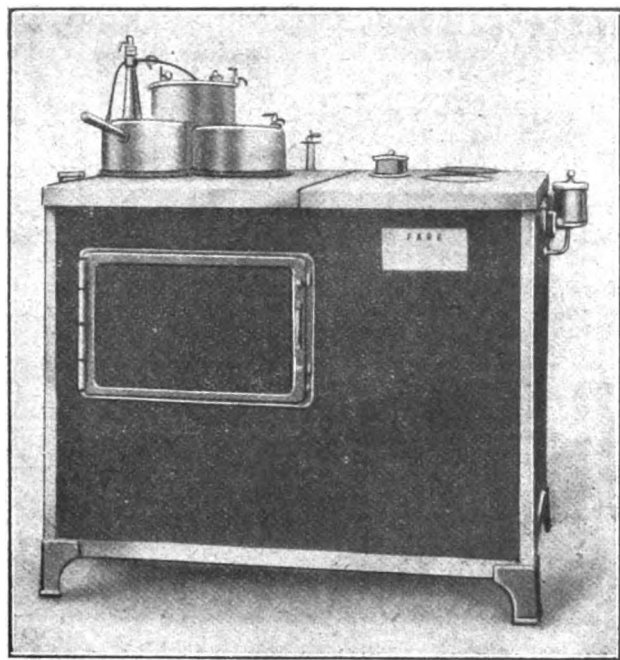



Fig. 11.

accumulatore attraverso il diaframma D_1 l'energia termica passa ad accumularsi nell'accumulatore P_8 il quale non è che una caldaia tubolare in rame contenente acqua ed è esattamente formata come il secondo principio dell'accumulatore ad uso di essicatoio dianzi descritto. La carica dell'accumulatore avviene come detto più volte: la scarica avviene da tre parti ed in tre forme differenti atte a realizzare nel modo migliore le varie cotture dei cibi. Da un lato e nel principio P_1 si ha l'acqua calda a 100 circa necessaria per gli usi di cucina e di piccola toilette: essa si carica attraverso il tubo 1 e si scarica a volontà dal tubo 2 attraverso un robinetto. Indi si ha il forno F a 350° per tale sistema di cottura e nello stesso principio P_2 si ha la possibilità di avere il vapore surriscaldato facendo entrare nel serpentino S l'acqua a goccie da 3 e ricavando uno o più getti di vapore 4—4 per i vari usi ai quali può servire.

L'utilizzazione della cottura a vapore è fatta sia mediante pentole e casseruole a vapore che con un tubo flessibile si portano a comunicare colle prese 4—4 sia mediante un termorapido a vapore che si immerge nelle pentole usuali e che è munito come le pentole di una presa a tubo flessibile: una delle prese 4 può addurre il vapore mediante tubo flessibile sia al lavandino per la lavatura a vapore delle stoviglie sia ad una piccola lavatrice meccanica per la biancheria. Infine una derivazione 5 adduce il vapore ad un ventilatore a dardo V il quale lancia nella tubazione una miscela di aria e vapore in pressione che entra nel primo principio P_1 e ne sorte alla temperatura 700-800 gradi dagli ugelli A regolati da una ventola, realizzando

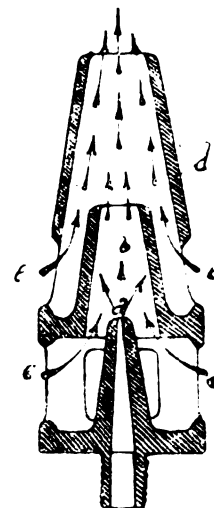



Fig. 12.

così una vera e propria fiamma di aria calda che praticamente si è dimostrata di efficacia perfino superiore a quella dello stesso gas. Il ventilatore a dardo di vapore (fig. 12) basato sullo stesso principio dell'iniettore Giffard funziona come mostra lo schizzo. Il vapore uscendo violentemente dalla piccola apertura a entro ad una campana troncoconica b provoca una rarefazione che richiama l'aria esterna secondo le freccie c: questa prima miscela uscendo dalla campana b entra in una seconda campana troncoconica d e richiama ulteriormente aria secondo le freccie e: in tal modo è facile ottenere una pressione di 100 a 200 mm d'acqua più che sufficiente per il nostro scopo.

La corrente di aria mista a vapore uscente dagli ugelli A è regolabile da un ventolina e serve egregiamente per tutte le cotture a fuoco vivo come i fritti, i grigliati, etc. La sua efficacia si è mostrata praticamente ottima e tale da non aver nulla da invidiare agli altri metodi di cottura rapida gas compreso.

Quanto alla cottura a vapore essa è di una sorprendente efficacia: basti il dire che nello stesso recipiente 3 litri di acqua impiegarono 36 minuti per giungere all'ebollizione su un fornello Bunsen a gas da 300 litri ora, ne impiegarono 14 per bollire col termorapido a vapore e solamente 9 colla pentola a vapore. Praticamente poi anche la sola corrente convettiva attraverso P_1 (sopprimendo il ventilatore V e tenendo aperto in basso il condotto verticale adducente agli ugelli A) si mostrò ottimo mezzo di cottura rapida quando si abbia l'avvertenza di fare 2 condotti in parallelo anzichè uno e questo fatto diede origine ad un secondo tipo economico di cucina senza produzione di vapore e senza forno, nel quale tipo però per le cotture di lunga durata è se non necessario, conveniente, mantenere il recipiente (pentola o casseruola) protetto termicamente da un involucro calorifugo.

Le varianti che la nostra soluzione della cucina presenta sono, come s'intuisce, numerosissme e tali da soddisfare alle più svariate esigenze immaginabili.

CONCLUSIONE.

Molte altre applicazioni del nostro sistema abbiamo allo studio ed abbiamo accennato solo a quelle confortate da una seria e rigorosa esperienza. I risultati ottenuti durante 6 anni ininterrotti di studi sperimentali ci hanno convinto della grande importanza del problema che, avviato ormai a numerose applicazioni, non può mancare, a parer nostro, di introdurre metodi e sistemi termoelettrici pratici ed economici non solo ma tali da poter assai favorevolmente influire sull'andamento economico di molte centrali idroelettriche specialmente di media potenza. Abbiamo forzatamente limitato la nostra esposizione che voleva essere chiara e concisa alle considerazioni strettamente necessarie; però edotti dall'esperienza delle difficoltà di ricercare l'opera degli studiosi dei vari argomenti trattati, crediamo far cosa utile a coloro che volessero acquistare maggiori conoscenze al riguardo elencando le fonti principali che possono interessare l'argomento lieti se dalla loro conoscenza potranno venire nuove applicazioni di un ramo della tecnica interessantissimo e per se stesso e per il nostro paese.

L'EFFICIENZA DEI BACINI DI DECANTAZIONE IN RELAZIONE CON LA LEGGE DI STOKES

A. SELLERIO

Nel n. 26 pag. 471 de *L'Elettrotecnica* 1920, trovasi un interessante articolo dell'ing. Rodio sui bacini di calma, nel quale si parla fra l'altro della difficoltà di stabilire le dimensioni più convenienti di un bacino, per mancanza di dati teorici e sperimentali. Mi venne subito in mente di vedere se si potesse trar partito dalla legge di Stokes

$$u = \frac{F}{6\,\pi\,\eta\,\rho}\ ,$$

che dà la velocità con la quale i corpuscoli si muovono nei fluidi: le conclusioni alle quali son pervenuto mi sembra possano essere di qualche utilità, sia per supplire in parte al difetto di dati, sia perchè possono meglio guidare le esperienze da farsi.

Nella formola superiore, molto nota ai fisici per la applicazione che se ne è fatta allo studio dei corpuscoli elettrizzati, al movimento browniano ecc., F è la forza costante che sollecita il corpuscolo di raggio ρ a muoversi con velocità costante u in seno al liquido, η il coefficiente di viscosità di questo: tutto in unità assolute (cm. g sec.). Nel caso nostro si tratta di granelli di sabbia, i quali sono soggetti da un canto al peso proprio e d'altro canto alla spinta del liquido, quindi la forza propulsiva risultante è la differenza, cioè è il peso apparente; ed u è la velocità verticale di precipitazione che chiamo v_p, conformandomi alle notazioni dell'articolo citato.

Denotando con δ la densità apparente, cioè quella del granello diminuita di quella del liquido, abbiamo perciò

$$F = \frac{4}{3}\ \pi\ \rho^3\ g\ \delta\ ,$$

dove $g = 981$ cm/sec^2 è l'accelerazione di gravità; introducendo per maggiore comodità il diametro $\Phi = 2\ \rho$ dei granelli invece del raggio, la formola di Stokes dà così

$$v_p = \frac{g}{18}\ \frac{\Phi^2\ \delta}{\eta} \qquad \text{u. a.} \tag{1}$$

Il coefficiente di viscosità per l'acqua è dato (O. E. Meyer, Grotrian) dall'espressione

$$\eta = \frac{g\ .\ 0{,}0000\ 1091}{1 + 0{,}0249\ (\tau - 18) + 0{,}000\ 132\ (\tau - 18)^2}$$

che arrotondando, come è lecito qui per piccole variazioni di temperatura, si può scrivere:

$$\eta = 0{,}0107\ \left[1 - 0{,}025\ (\tau - 18) + 0{,}0005\ (\tau - 18)^2\right]. \tag{2}$$

La (2) mostra — d'accordo con quanto afferma l'ing. Rodio — che l'influenza della temperatura è tutt'altro che disprezzabile, perchè una variazione di $\pm\ 5°$, fa variare la viscosità η di $\pm\ 14\%$, e con essa la velocità v_p di precipitazione. La qualità dei granelli sospesi può influire sul valore di v_p perchè varia δ. A questo proposito giova avvertire che nel computo di δ si deve prendere la densità *gravimetrica* e non quella globale che si avrebbe riempiendo con sabbia un certo volume noto e pesando, perchè in questo secondo caso non tutto lo spazio è occupato dalla materia in esame, restando gli interstizi. L'osservazione è tanto ovvia che sarebbe superflua; ma l'ho fatta perchè nei manuali (Colombo, Hütte) si trova come densità della sabbia 1,35 ∽ 1,65. Questa evidentemente non può essere la densità gravimetrica, che deve eguagliare quella della roccia madre, quindi deve essere compresa fra 2,2 e 2,7. Infatti ho trovato con la bilancia idrostatica per la sabbia calcarea una densità di circa 2,4; cosicchè

$$\delta = 2{,}4 - 1 = 1{,}4$$

La torbidità dell'acqua può influire perchè ne altera la densità: si tratti di particelle effettivamente sciolte nell'acqua, o semplicemente sospese, nell'espressione di δ al posto di 1 bisogna mettere un valore maggiore quando le particelle estranee siano di un ordine di grandezza molto inferiore alla sabbia che si considera. Questo valore si potrà avere immediatamente con un densimetro, immergendolo nell'acqua torbida, dopo che si son depositati i granuli di sabbia di media grandezza.

Inoltre la torbidità dell'acqua può far variare notevolmente la viscosità del mezzo in cui son sospesi i granelli; η si può determinare facilmente mediante l'efflusso dai tubi capillari. Questa determinazione, come quella della densità, si potrà fare una volta, per tutte prelevando campioni di acqua torbida, quale si presenta effettivamente in pratica nel canale di arrivo.

Intanto in mancanza di tali dati, si potrà ritenere per abbondare che se c è la percentuale di sostanze sciolte (o in tenuissima sospensione), l'aumento percentuale di densità sia c, e di viscosità 2 c. Così col 15% di impurità fine (caso rarissimo, ritengo), il rapporto $\frac{\delta}{\eta}$ da $\frac{2{,}4 - 1}{0{,}0107} = 130$ diventa $\frac{2{,}4 - 1{,}15}{0{,}0107\ \ 1.30} = 90$, cioè diminuisce del 30% e lo stesso avverrà di v_p. Sarà quindi bene per prudenza *moltiplicare i valori* v_p *relativi all'acqua pura per* 0,7.

Consideriamo ora un flusso d'acqua con velocità uniforme v; ogni granello di sabbia descriverà una traiettoria (rettilinea) inclinata sull'orizzonte per un angolo α dato da

$$tang\ \alpha = \frac{v_p}{v}\ .$$

Mettendo in questa espressione il valore di v_p dato dalla (1), si avrebbe una tangente proporzionale al quadrato della grossezza dei granelli. Non avevo i dati numerici per verificare questo, pure una semplice occhiata alla fig. 11 dell'articolo dell'ing. Rodio mi fece convincere che la cosa non era vera, perchè ivi le tangenti sono l'una quasi doppia dell'altra, mentre dovrebbero stare quasi come 4 : 1 giacchè i diametri dei granelli sono 0,94 e 0.50 mm.

Allora volli assicurarmi della (1) e feci delle esperienze con sabbia stacciata in modo da distribuirla in lotti di diametri quasi eguali, buttandola in un tubo di vetro e osservando con un contasecondi il tempo necessario al percorso da un segnale superiore al fondo. Dal pelo dell'acqua al segnale, si lasciò un certo spazio (una diecina di centimetri) affinchè i granelli avessero il tempo di aumentare la propria velocità fino al regime. L'esperienza è nettamente contro la (1). Questo mi sorprese, perchè la legge di Stokes è stata verificata (fra gli altri dall'eminente fisico francese Perrin), e, se mai, la sua validità completa cessa per particelle dell'ordine delle grandezze molecolari; la discrepanza proverrà probabilmente dal fatto che la legge di Stokes vale per velocità assai piccola e per particelle aventi forma sferica, mentre i granelli di gran lunga non l'hanno. Essi, guardati con un piccolo microscopio, si presentano simili a ciottoli cioè appiattiti o angolosi. A ogni modo non è questo il luogo adatto per indagare le cause della divergenza con la formola prevista (1), e solo c'è da osservare quanto bisogna esser cauti nell'usare formole, quando non sono esattamente verificate le condizioni sotto le quali esse furono dedotte.

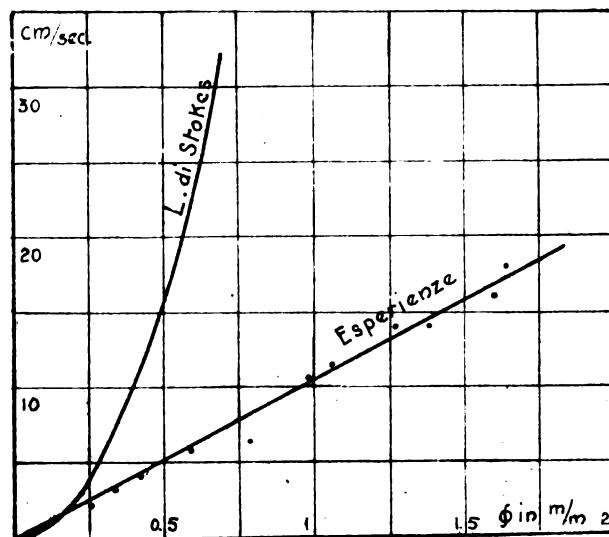



Fig. 1.

La fig. (1) dà la formola empirica

$$v_p = 10{,}3\ .\ \Phi\ \text{cm/sec} \qquad \text{con } \Phi \text{ in mm.}$$

Volendo farvi comparire — come è ovvio — la viscosità che nelle esperienze con $t = 14°$ era 0,0118 secondo la (2), e la densità apparente δ, si potrà scrivere

$$v_p = \frac{10{,}3\ .\ 0{,}0118}{1{,}4}\ \frac{\Phi\ \delta}{\eta} = 0{,}09\ \frac{\Phi\ \delta}{\eta}\ ;$$

ovvero, esprimendo v_p in m/sec com'è d'uso comune:

$$v_p = 9\ .\ 10^{-14}\ \frac{\Phi\ \delta}{\eta}\ , \tag{1'}$$

in sostituzione della (1).

Così si potrà calcolare agevolmente sia v_p sia la lunghezza minima L che bisogna dare al bacino affinchè i granelli di sabbia dal pelo dell'acqua arrivino al fondo, mediante l'espressione

$$tang\ \alpha = \frac{v}{v} = \frac{h}{L} = 9\ .\ 10^{-4}\ \frac{\Phi\ \delta}{v\ \eta}\ . \tag{3}$$

Questa formola può servire a prevedere l'efficienza di un dato bacino a flusso regolare. Supponiamo che per una certa *lunghezza utile* l i filetti abbiano velocità uniforme, condizioni alle quali si avvicina più di tutti il dispositivo Buechi.

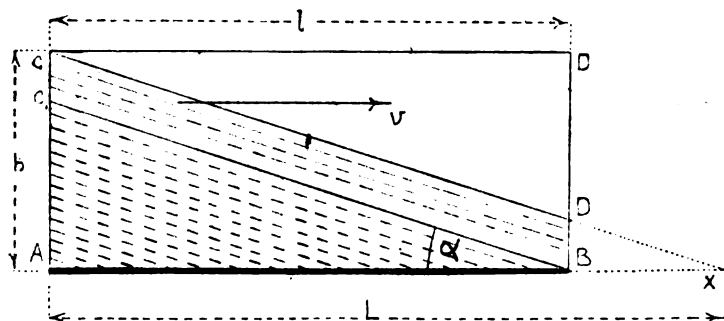



Fig. 2.

Nel bacino entrerà in un certo tempo una quantità di acqua e di sabbia proporzionale alla portata ossia ad $AC = h$. La quantità invece di sabbia, che si deposita sarà proporzionale ad $AC' = l \tang \alpha$ perchè la sabbia che entra per CC' non arrivando a toccare il fondo prosegue oltre per BD', quindi il rapporto

$$\frac{p}{100} = \frac{AC'}{AC} = \frac{l \tang \alpha}{h} = \frac{l}{L}$$

misurerà l'efficienza del bacino di calma ossia darà (moltiplicato per 100) la percentuale di sabbia che si deposita. Naturalmente la formola ha senso finchè X cade fuori del bacino, cioè $L > l$. Per $L = \frac{h}{\tang \alpha} \geq l$, si ha $p \leq 100$, e ciò significa solo che il bacino è più che sufficiente per far depositare tutta la sabbia.

Facciamo un esempio. L'espressione di p per la (3) diventa

$$p = 0{,}09 \frac{l}{h} \frac{\phi \delta}{\nu \gamma_t} ; \tag{4}$$

quindi prendendo

$$\begin{aligned} l &= 5 \text{ m.} \\ h &= 3 \text{ m.} \\ \nu &= 0{,}12 \text{ m/sec.} \\ \delta &= 1{,}4 \\ \tau &= 14^\circ, \ \gamma_t = 0{,}0118 \\ \phi &= 0{,}4 \text{ mm.} \end{aligned}$$

si ha $p = 59\%$ di sabbia depositata. La sabbia media e grossa, e precisamente da circa $\phi = 0{,}7$ in su, si depositerà completamente perchè p viene eguale a 100, o maggiore. Se si considerano i dati esposti a pag. 470 de *L'Elettrotecnica* per le esperienze del Dufour, e a p. 477 per le esperienze del Buechi, si vede che la (4) risponde abbastanza bene ai risultati (meno bene rispondono i numeri di p. 478) in quanto p si mostra sensibilmente proporzionale a Φ; il diagramma p, ϕ è perciò una retta come la fig. 1, raccordata a un certo punto con la orizzontale $p = 100$.

Quelli che hanno sott'occhio i dati completi delle esperienze già fatte potranno giudicare meglio se la (4) risponda al vero e apportarvi eventuali correzioni; ma intanto mi lusingo che le cose esposte possano servire per lo meno di orientamento in un calcolo preventivo. Al solito, si terrà un buon margine di sicurezza per evidenti ragioni. Anzitutto in pratica, per quanto ingegnosi ed accurati siano i dispositivi, i filetti di acqua non avranno mai una velocità perfettamente uniforme, come si è supposto; inoltre, non tutta la lunghezza del bacino viene utilizzata per il deposito, ma solo quel tratto nel quale la velocità ν è presso a poco orizzontale.

Quindi un bacino darà una p minore di quella preveduta e si potrà parlare di un *rendimento* prendendo come base la (4). Credo che si avrebbe un margine più che sufficiente prendendo un rendimento del bacino di 75% e facendo

$$\delta = 2{,}4 - 1{,}15 = 1{,}25 \quad , \ \gamma_t = 0{,}0118 \ . \ 1{,}30 = 0{,}0154$$

cosicchè la (4) praticamente dà

$$p = 0{,}09 \ \frac{l \ . \ \phi \ . \ 1{,}25}{h \ \nu \ . \ 0{,}0154} \ . \ 0{,}75$$

ossia

$$p = 6 \ \frac{l \ \phi}{h \ \nu} = 6 \ \frac{l \ b}{Q} \ \phi = 6 \ \frac{V}{Q \ h} \ \phi \ . \tag{4'}$$

Ivi l è lunghezza totale (utile + inutile) del bacino, b la sua larghezza, V il volume. La (4') presenta il 90% in più di sicurezza, come se ν_p fosse quasi la meta del valore dato da (1'). Dall'ultima formola si può ricavare *il volume che deve avere il bacino di calma per ogni mc/sec. di portata*. Esso è

$$\frac{V}{Q} = \frac{p \ h}{6 \ \phi} \tag{5}$$

Per l'impianto Buechi sulla Borgne che elimina il 62% di sabbia fine da $\phi = 0{,}45$ mm (media di 0,6 e 0,3) ed ha una profondità di circa 4 m si avrà

$$\frac{V}{Q} = \frac{62 \ . \ 4}{6 \ . \ 0{,}45} = 93 \ ,$$

mentre la camera di decantazione effettivamente costruita ha un volume di 70 mc per mc/sec di portata, e si trova così in migliori condizioni di quelle qui assunte.

*

Si osservi che secondo la (4), due bacini di profondità e lunghezze differenti danno la stessa p qualora l ed h stiano nello stesso rapporto: questo suggerisce l'idea di utilizzare anche in altro modo la (4). Si faccia un modello di legno o altro materiale, *geometricamente simile* al bacino di calma che si dovrà costruire: vogliamo che facendovi fluire dell'acqua con sabbia, o altro materiale in sospensione, il modello abbia la stessa p del bacino vero. Per ciò occorre, secondo la (4), che sia

$$\frac{l}{h} \ . \ \frac{\phi \ \delta}{\nu} = \frac{l'}{h'} \ . \ \frac{\phi' \ \delta'}{\nu'}$$

ovvero, essendo già per la similitudine geometrica $\frac{l}{h} = \frac{l'}{h'}$, occorrerà che sia

$$\frac{\phi \ \delta}{\nu} = \frac{\phi' \ \delta'}{\nu'} \ . \tag{6}$$

D'altra parte, affinchè vi sia una buona *similitudine meccanica*, la teoria dei modelli consiglia di prendere in un modello λ volte più piccolo del vero, una velocità $\sqrt{\lambda}$ volta minore, quindi è conveniente prendere

$$\nu' = \frac{\nu}{\sqrt{\lambda}} \quad , \quad \delta' \ . \ \phi' = \frac{\delta \ . \ \phi}{\sqrt{\lambda}} \tag{6'}$$

Per esempio, per il bacino considerato nell'esempio di sopra, facciamo un modello $\lambda = 10$ volte più piccolo, ossia lungo 50 centimetri (lunghezza utile) e profondo 30 centimetri e prendiamo

$$\begin{aligned} \nu' &= \frac{0{,}12}{\sqrt{10}} = 0{,}038 \text{ m/sec.} \\ \delta' &= \delta = 1{,}4 \\ \phi' &= \frac{\phi}{\sqrt{10}} \end{aligned}$$

La p determinata col modello per la sabbia di diametro Φ' darà la p del bacino vero per la sabbia di diametro ϕ. Nel nostro modellino la sabbia di $\frac{0{,}70}{\sqrt{10}} = 0{,}22$ mm si dovrebbe depositare tutta.

Se si trovasse incomoda la sabbia così fine, si potrà prendere per es. polvere di magnesio, o di carbone ecc. ovvero dare a ν e conseguentemente a ϕ un valore più grande, giacchè qui non importa troppo la perfetta somiglianza meccanica del modello.

Infine il modello permetterà anche di determinare *in totale quanta sabbia si depositerà nel bacino.*

Infatti essendo $p = p'$, i depositi sabbiosi a parità di tempo, saranno proporzionali alle percentuali m, m' (in peso, o in volume) di sabbia contenute nell'acqua prima di entrare nel bacino, e alla portata, ciò rispettivamente a

$$m \ b \ h \ \nu = m \ Q \ \nu \quad , \quad m' \ b' \ h' \ \nu' = m' \ Q' \ \nu'$$

Perciò il deposito nel bacino si otterrà moltiplicando quello del modello per

$$\frac{m}{m'} \ \lambda^2 \ \sqrt{\lambda}$$

Nel nostro esempio, se il corso d'acqua ha in media m = 2 cm³/litro di sabbia, sarà comodo prendere nel modello m' = 20 cm³/litro e allora il volume depositato nel bacino vero p. es. in 24 ore sarà 316 volte più grande.

Sarebbe interessante eseguire esperienze *in grande e in piccolo* per giudicare sulla validità del metodo esposto, il quale se — con eventuali correzioni — si riconoscerà esatto, sarà molto utile, perchè permette di prevedere quello che si deve attendere da un impianto, mediante semplici prove che si possono eseguire tranquillamente in una stanza da laboratorio, evitando spese e perditempi inutili.

Palermo, Istituto Fisico della R. Università.

LA CENTRALE RICEVITRICE E TERMICA DELL'ENTE AUTONOMO VOLTURNO IN NAPOLI

I. — DISPOSIZIONI GENERALI DELLA CENTRALE.

La Centrale Ricevitrice con riserva termica dell'Ente Autonomo Volturno è situata ad oriente della città e territorio di Napoli, in confine con il Comune di S. Giovanni a Teduccio, ed in prossimità della spiaggia del mare ai Granili.

L'area occupata dai fabbricati e piazzali annessi ascende a mq 12 505, dei quali mq 1840 attualmente coperti dall'officina ricevitrice e termica, e mq 2000 coperti da fabbricati ad uso magazzeni ed abitazioni. Il suolo disponibile di oltre mq 8000 è già destinato ad essere coperto in gran parte da fabbricati per ingrandimento dell'officina, per abitazioni del personale e per magazzeni ed uffici, come risulta dalla tavola N. 1. Apposito raccordo ferroviario collega la Centrale alla adiacente linea ferroviaria Napoli-Salerno con servizio di allacciamento alla Stazione di S. Giovanni a Teduccio.

L'ubicazione della Centrale è assai opportuna per molteplici circostanze favorevoli, e cioè:

a) per il terreno di fondazione, costituito da alto strato di arenile poggiato su tufi e lave antiche.

b) per il comodo accesso stradale dalla Via Regia di Portici e l'accesso ferroviario, a mezzo del relativo raccordo.

c) per la relativa comodità di provviste di acqua dolce; realizzata a mezzo di pozzo artesiano, e da realizzarsi in avvenire con opportune diramazioni dell'acquedotto della Bolla passante a poca distanza.

d) per la prossimità del mare, con economia nel trasporto dei combustibili che da esso arrivano, e con poca spesa per l'attingimento dell'acqua di condensazione delle turbine a vapore, che in avvenire saranno installate pel preveduto ingrandimento della Centrale.

e) per essere accessibile alle linee elettriche aeree ad altissima tensione, senza attraversamenti di zone fabbricate, ovvero di opifici industriali.

f) per l'aderenza alla zona industriale di Napoli, in servizio della quale l'Ente Volturno è stato prevalentemente creato con la legge dall'8 luglio 1904 n° 351.

L'area confina immediatamente a sud con la strada regia di Portici, a nord-est con la linea ferroviaria Napoli-Salerno, ad est con la conceria Musciomarra, a nord-ovest con l'alveo di Pollena sboccante a mare proprio all'estremità orientale della spiaggia dei Granili. Essa area è tutta cintata ed accessibile ai veicoli dalla suddetta strada regia di Portici, e collegata alla strada provinciale di Pollena mediante una passerella sorpassante l'alveo di Pollena, e portante i cavi sotterranei alimentatori della rete di distribuzione alla zona industriale ed alla città.

All'ultimo piano della facciata a nord del fabbricato dell'officina pervengono attualmente due terne trifasi di conduttori a 60 000 Volt della linea di trasmissione, e sono predisposti ganci di attacco e finestrini per altre due terne di ingrandimento avvenire.

Dal sotterraneo dell'officina, e precisamente dal lato occidentale di essa, si dipartono dieci cavi trifasi, con tensione concatenata di 8660 Volt, per l'alimentazione della Città di Napoli e della limitrofa zona industriale.

La passerella sull'alveo di Pollena di sostegno dei cavi presenta spazio disponibile per l'aggiunta agli stessi di altri dieci alimentatori.

Il fabbricato della Centrale ricevitrice e termica è formato da due corpi principali adiacenti, diretti da nord a sud, quello ad est per la sala macchine termiche, e l'altro ad ovest per la stazione ricevitrice e i quadri.

I detti due corpi di fabbrica sono destinati ad essere prolungati verso sud fino alla strada regia di Portici quando arriveranno alla stazione ricevitrice le altre due terne di conduttori, corrispondenti all'aumento delle centrali idroelettriche, e quando saranno installati i futuri gruppi termici (V. figure 1, 2, 3, 4).

Per il fatto di questo futuro ingrandimento da effettuarsi con prolungamento dell'officina fino alla strada Regia di Portici, l'attuale fabbricato oggi presenta verso la strada regia di Portici una facciata costituita da un muro grezzo di chiusura senza finestre.

Nel tratto di piazzale ad ovest del fabbricato sono situati: il magazzeno generale dell'Azienda, il refrigerante Balcke per l'acqua di raffrescamento dei tre motori Diesel da 1000 kW installati nella Centrale, e due serbatoi metallici per l'olio pesante, della capacità complessiva di 500 mc.

Nel tratto di piazzale a nord si trovano due piccoli serbatoi per oli di lubrificazione, la palificazione delle linee di arrivo, il pozzo artesiano e il binario di raccordo. Nel tratto est del piazzale si sviluppano i binari di smistamento dei carri ferroviari.

Nel tratto a sud si conserva provvisoriamente il vecchio fabbricato della Dogana, utilizzato ad abitazioni del capo officina e vice capo officina, e per magazzeni secondari.

La fig. N. 2 rappresenta planimetricamente lo stato attuale della Centrale, e la fig. N. 1 rappresenta la planimetria del progetto. Le figure d'ingrandimento N. 3 e N. 4 indicano due sezioni della attuale Centrale.

La struttura del fabbricato è costituita da varie sorta di muratura, ognuna impiegata razionalmente a seconda degli sforzi unitari a cui deve sottostare.

Così le fondazioni sono state eseguite con il sistema dei pali Simplex in calcestruzzo ed a puntazza metallica, distribuiti sullo splateato della fondazione a seconda dei carichi uniformemente distribuiti o concentrati da sopportarsi, e non tenendosi alcun conto della resistenza offerta dal terreno naturale di fondazione. (V. fig. N. 5)

Ogni palo del diametro di 35 cm è stato ritenuto capace di sopportare circa 30 tonnellate. Inoltre, sotto le murature principali e sotto i pilastri, le teste dei pali sono state collegate da una piattabanda in cemento armato. Una piattaforma generale in cemento fortemente armato, e dell'altezza di un metro, è stata costruita sulle teste dei pali pel sostegno delle fondazioni dei macchinari. (V. fig. N. 6)

Dalle suindicate piattaforme in cemento armato si elevano le murature fondamentali, parte in scardoni e parte in mattoni, e le colonne in cemento armato formanti le ossature delle murature dei piani superiori, e costituenti il sostegno dei piani stessi in cemento armato. (V. fig. N. 7)

Alcune murature di semplice tompagnatura, non soggette perciò a sforzi importanti, sono di struttura tufacea.

Tutti i solai, da quello del piano terreno a quello di sostegno del lastrico solare di copertura del fabbricato quadri, sono formati da travi e solette in cemento armato, opportunamente legati alle murature di contorno ed alle colonne verticali in cemento armato.

La sala macchine è coperta con capriate metalliche, sorreggenti una copertura di tegole marsigliesi, ed un lanternino centrale a vetri doppi rigati.

II. — STAZIONE RICEVITRICE E TRASFORMATRICE.

L'energia elettrica giunge oggi alla Centrale da Capo Volturno, col mezzo di due terne di conduttori di rame da 50 mmq alla tensione concatenata di 60 000 Volt, e alla frequenza di 42 periodi.

Detti conduttori penetrano attraverso sei finestrini in un grande salone all'ultimo piano del fabbricato quadri, e per mezzo di due pozzi discendono al primo piano alla sala degli interruttori, lasciando nel percorso corrispondenti derivazioni per gli apparecchi di protezione, costituiti da condensatori Moschicki. Da questi interruttori i conduttori risalgono al secondo piano a due terne di sbarre collettrici a 60 000. Dalle sbarre colletrici discendono tre terne di conduttori ai corrispondenti sottostanti trasformatori trifasi riduttori da 60 000 a 8660 Volt, situati a pianterreno, dopo aver lasciate derivazioni subito di seguito ai corrispondenti interruttori, risalenti a tre gruppi di scaricatori a getto liquido all'ultimo piano, in celle adiacenti a quelle dei condensatori Moschicki.

La potenza di ognuno dei tre trasformatori riduttori è di 6000 kVA, corrispondente alla potenza di 6350 kVA dei corrispondenti trasformatori elevatori della Centrale idroelettrica generatrice di Capo Volturno.

I conduttori uscenti dai secondari dei trasformatori ad 8660 Volt si dirigono nello stesso piano terreno al reparto interruttori ad 8660 Volt, dopo aver lasciato diramazioni a condensatori Moschicki e valvole Giles; poi risalgono dagli interruttori al soprastante primo piano sulle due terne di sbarre distributrici ad 8660 Volt, collettrici altresì dell'energia termica generata in Centrale dai tre gruppi Diesel alternatore da 1000 kilowatt ciascuno. Dalle dette sbarre ad 8660 Volt discendono undici linee trifasi ai sottostanti interruttori, delle quali una pel trasformatore 8660/260 da 100 kilowatt pei servizi interni, e dieci pei corrispondenti cavi trifasi alimentatori della rete cittadina ad 8660 Volt.

Gli interruttori tripolari a 60 000 delle due linee di arrivo e dei primari dei tre trasformatori principali sono a scatto automatico di massima ed a tempo, regolabile con relais bipolari, disposti sui quadri con le corrispondenti lampade spia, e maniglie di comando a distanza. Analoga disposizione, in analoghi quadri nello stesso ambiente prospiciente la sala macchine, è adottata per gli interruttori delle suindicate undici linee trifasi a 8660 Volt, per i tre alternatori e per i secondari dei tre trasformatori principali.

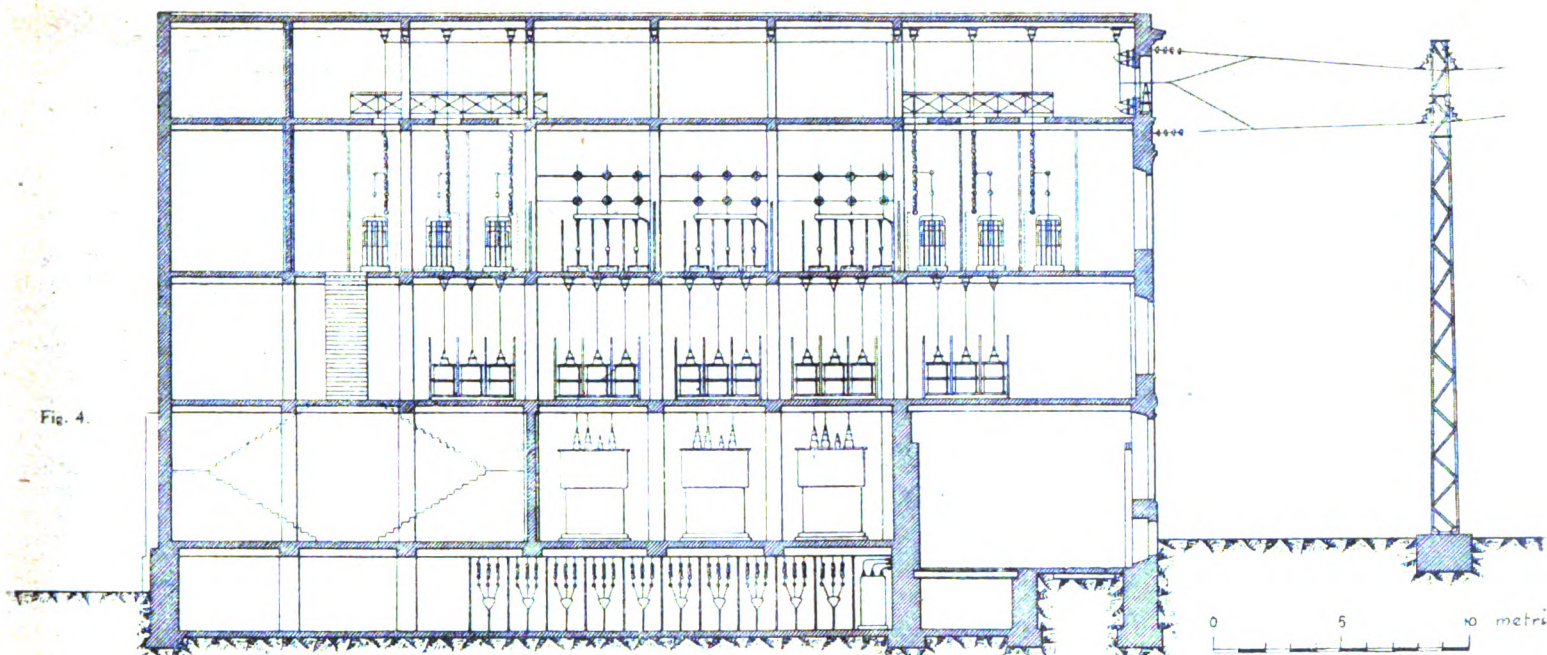
Fig. 4.

La corrente per i comandi a distanza è continua a 100 Volt, fornita da una piccola batteria di 25 ampere-ora, posta al primo piano in apposito locale, e caricata da un piccolo gruppetto motore dinamo. Gli interruttori sono comandati da elettromagnete.

Fig. 5. — Fondazioni generali della Centrale.

I quadri sono divisi in tre sezioni: una prima sezione per i cinque comandi a 60 000 Volt, con relativi amperometri derivati con riduttori dai circuiti dei trasformatori principali, con voltometro generale, con wattmetri registratori e con contatori; una seconda sezione

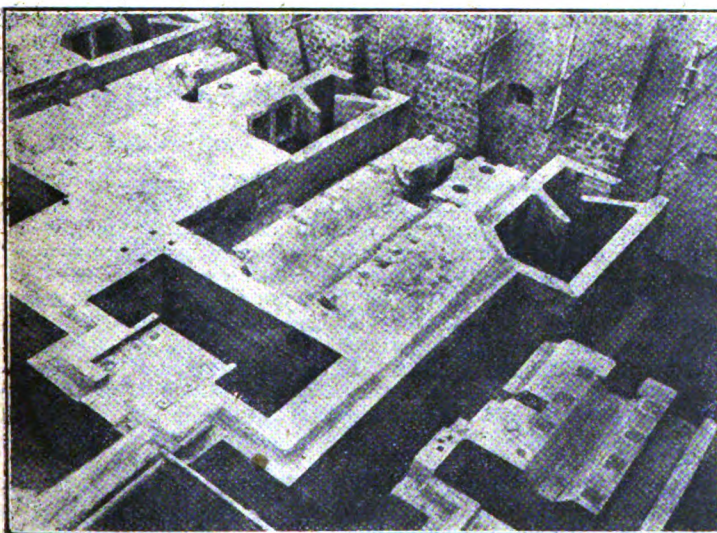



Fig. 6. — Fondazioni dei gruppi Diesel-alternatore.

a 8660 Volt con comandi, wattmetri registratori, contatori per i tre alternatori; ed una terza sezione sui circuiti secondari ad 8660 Volt per comandi, wattmetri, e contatori delle undici diramazioni.

Vi sono inoltre: un banco di manovra a pulpito pei tre gruppi Diesel alternatore con relative eccitatrici coassiali, con amperometri, voltmetri, fasometro, e regolatori a distanza del numero dei giri; un quadro per i servizi di officina, comprendente il trasformatore da 100 kilowatt, il gruppo Diesel - alternatore a 260 Volt da 100 kilowatt, i circuiti luce, forza motrice e riscaldamento elettrico pel servizio interno; nonchè un piccolo quadretto pel gruppo motore-dinamo e per la batteria di accumulatori.

Tutta l'apparecchiatura elettrica, getti liquidi, condensatori Moschicki, valvole Giles, sbarre, interruttori, coltelli, trasformatori di cor-

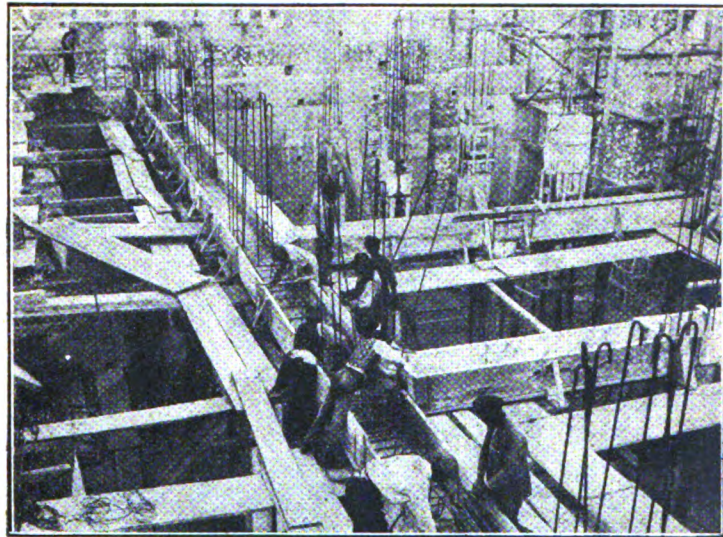



Fig. 7. — Ossatura in cemento armato del fabbricato e solai.

rente e di misura, è montata in celle di cemento armato; abbastanza ampie e disposte in modo da lasciar visibili a occhio nudo tutti i circuiti, anche a persona che non abbia dimestichezza speciale con la Centrale.

*

I tre trasformatori principali da 6000 kVA, montati al piano terreno a livello della sala macchine, sono del tipo a nuclei interni, con spirali primarie e secondarie coassiali, completamente immersi in cassoni d'olio, raffreddati mediante serpentini a circolazione d'acqua, con rubinetti di regolazione (V. fig. 8).

Tanto gli avvolgimenti primari come quelli secondari sono a stella, costruiti per tensioni concatenate di 60 000 e di 8650 Volt.

Nelle prove di collaudo sopra questi trasformatori si è ricavato il rendimento di 0.987 per $\cos \varphi = 1$ e di 0.982 per $\cos \varphi = 0.75$, una caduta di tensione del 0.64% per $\cos \varphi = 1$ e del 3.27% per $\cos \varphi = 0,75$, e si è verificato un sovrariscaldamento massimo di 65°, con sovraccarico del 25% per la durata di tre ore.

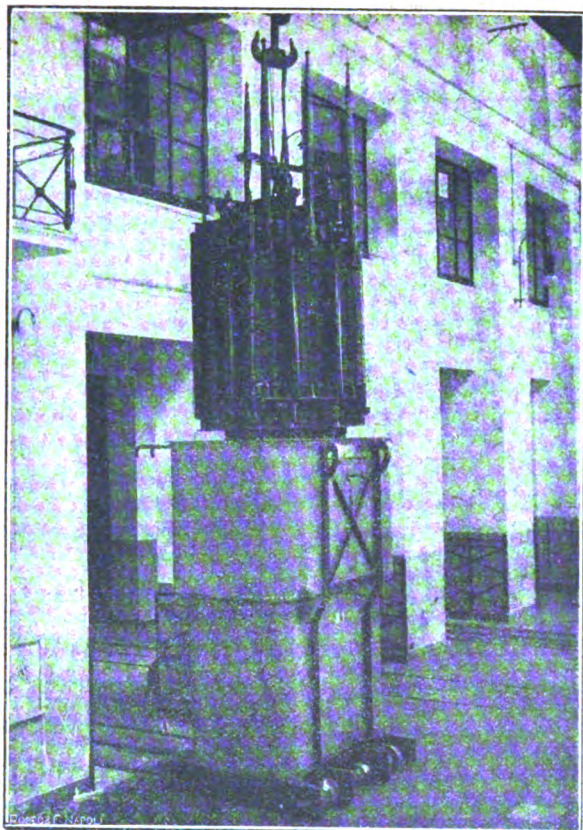



Fig. 8. — Trasformatore da 6000 kVA.

Oltre i tre grandi trasformatori suindicati, si trova in funzione nella Centrale un piccolo trasformatore trifase da 100 kilowatt, con rapporto 8650/260 pei servizi d'officina, con avvolgimento primario a triangolo, e secondario a stella; e pel quale la sullodata Commissione di collaudo ha determinato il rendimento del 97.30% a pieno carico

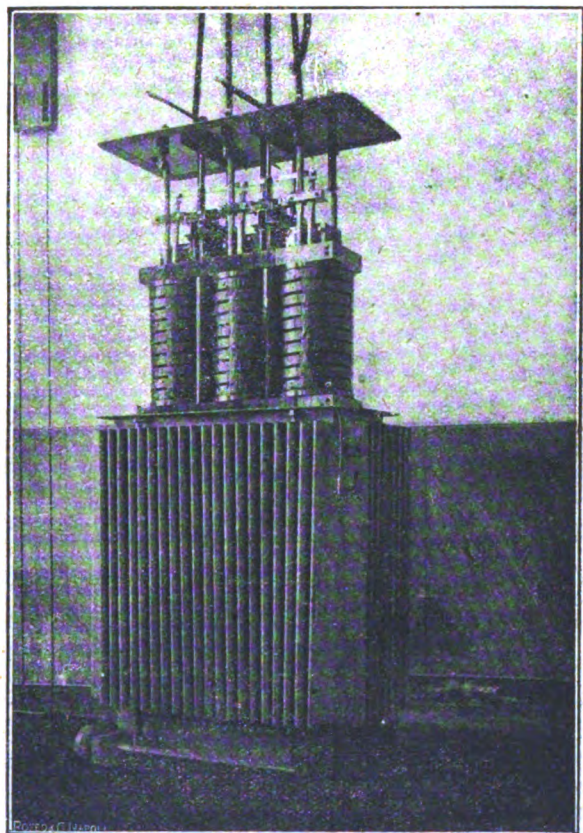



Fig. 9. — Trasformatore da 100 kW.

con $\cos\varphi = 1$ e del 96.60% con $\cos\varphi = 0.8$ e le cadute di tensione di 1,9% per $\cos\varphi = 1$ e di 3.9% per $\cos\varphi = 0.8$. (V. fig. 9)

Tutti i suindicati macchinari ed apparecchi elettrici sono stati trovati conformi alle Norme contrattuali, indicate in contratto, oppure richiamantesi alle Normalien del V. D. E. del tempo di contratto.

(continua)

LETTERE ALLA REDAZIONE

Su una variante all'apparato Hughes.

Riceviamo e pubblichiamo:

Chiar.mo Signor Direttore,

Consenta una risposta al commento di codesta Redazione, al mio articolo: « Una variante all'apparato Hughes ».

In quel commento dopo aver premesso che il problema che io mi sono proposto non è nuovo, mi si fa appunto di non aver dimostrato « che i vantaggi reali del mio sistema, superino gl'inconvenienti derivanti sopratutto dalla molteplicità delle tastiere ».

Premetto a mia volta, che uno pratico del maneggio della Hughes, avrebbe dal mio scritto afferrata proprio tale dimostrazione; ma mi affretto a renderla chiara anche agli studiosi non operatori.

Mi pare che lo scopo del mio dispositivo sia stato svisato in quel commento. Non si tratta di risolvere il problema — certo non nuovo — *di una tastiera più adatta alla lingua italiana, ma semplicemente quello* d'impedire le abusive guadagnando tempo.

Le abusive sono la piaga del servizio telegrafico, piaga rincrudita testè dall'introduzione del cottimo (tantième). Si pensi quale piacere è per il pubblico ricevere per esempio: « kqmunykiamcvi ackettazione kinqvantamyla » invece di: « comunichiamovi accettazione cinquantamila »; si pensi agli errori d'interpretazione che possono talora derivare nel testo e nell'indirizzo, ai ritardi, ai disguidi, ai danni e si vedrà quanto sia necessario ed urgente sradicare tale piaga.

Nè si obbietti che l'Amministrazione potrebbe riuscirvi applicando multe gravissime. E' troppo risaputo che essa non vi è mai riuscita, e con minor ragione vi riuscirebbe oggi che estende il tantième. *Del resto quando si propone un mezzo semplice per convertire tale danno in vantaggio, perchè fargli il viso dell'armi?*

So che altri hanno tentato in Italia il problema di una tastiera Hughes più adatta, non mi consta che sia stata data la mia soluzione. So che l'Amministrazione è contraria alla molteplicità delle tastiere, ma io mi sono appunto proposto di non modificare l'uso attuale della tastiera. *Perchè quando propongo la disposizione indicata, non faccio altro che legalizzare un uso in cui* tutti sono esperti *dal principiante al provetto hughista. Dunque niente nuovo maneggio, nè tanto meno (per carità!) molteplicità di tastiere per le varie lingue. Si dovrebbe usare solo l'apparato attuale per le linee estere, il mio modificato per quelle italiane.*

Nel passaggio dall'uno all'altro gl'impiegati non troverebbero nessuna novità di manipolazione; neanche nel fatto dell'emissione delle lettere J K X Y col bianco lettere. E' noto che nella Hughes si passa dalle lettere alle cifre, toccando lo speciale tasto « bianco cifre » e si ripassa alle lettere toccando quello « bianco lettere ». Poichè la maggior velocità di trasmissione consiste nell'abbassare in un sol giro il maggior numero possibile di tasti (combinazione), così l'hughista si rende pratico a combinare questi bianchi colle lettere e colle cifre. Non è quindi una novità di maneggio per lui combinare una lettera col bianco cifre e per contro è discutibile se ciò gli faccia perdere tempo, giacchè dà agio a nuove combinazioni. Ma sopratutto si badi che si tratta di lettere poco usate nella corrispondenza italiana, onde il problematico piccolo danno sarebbe trascurabile di fronte ai vantaggi, primo fra tutti la soppressione delle abusive.

Inoltre, in conseguenza della mia disposizione, si avrebbe l'altro vantaggio non disprezzabile del raddoppiamento delle vocali e della C.

E pregio del mio sistema mi sembra pure la sua semplicità. Certo non si può pensare di migliorare un dispositivo meccanico senza modificare qualche suo organo, ma la mia modificazione si riduce ad uno scambio di lettere sulla ruota tipi ed all'introduzione di una leva.

Grazie, Signor Direttore, dell'ospitalità ed ossequi.

Alessandria, 5 Novembre 1920.

DANTE CAMICIOTTI.

Ci sembra che l'egregio autore non abbia bene interpretato il nostro sobrio commento alla sua lettera pubblicata lo scorso anno a pag. 580. In sostanza noi avevamo ricordato, poichè non lo aveva detto l'A., che il problema trattato non era nuovo, ed il D. Camiciotti riconosce ora esplicitamente l'esattezza della affermazione. Avevamo detto che l'innovazione non doveva essere priva di inconvenienti pratici: ed oggi l'A. riconosce che la tastiera da lui proposta è sostanzialmente *diversa* da quelle attualmente in uso. Finalmente, senza muovere appunti a chicchessia, nè entrare in merito, ci eravamo limitati ad osservare che nell'articolo mancava la dimostrazione esauriente che i vantaggi della variante proposta superassero gli inconvenienti, e sta il fatto che il Dott. Camiciotti ha creduto di aggiungere oggi molte osservazioni che non figuravano nel suo articolo. Siamo dunque perfettamente d'accordo e non possiamo che augurarci che qualcuno dei valenti tecnici dei nostri telegrafi voglia manifestare un suo giudizio in argomento. *(N. d. R.)*

:: SUNTI E SOMMARI ::

COSTRUZIONI.

CARLO J. FECHHEIMER. — **Distribuzione del flusso nella armatura di un turbo alternatore.** (Journ. Am. Inst. Elett. Eng., luglio 1920, pag. 669).

L'autore si è proposto di studiare come varii la distribuzione del flusso a diverse profondità nell'armatura dello statore di un turbo alternatore.

Per l'esperienza fu scelto un turbo alternatore a induttore bipolare rotante.

Lo statore era raffreddato mediante ventilazione assiale; perciò vi erano nello statore delle serie di canali assiali disposti su circonferenze di diametro gradatamente maggiore come si vede in fig. 3. Nei fori furono introdotti dei conduttori isolati facenti capo ognuno ad un voltmetro e ad un oscillografo; in tal modo si poteva determinare il valore e la forma della tensione a differenti profondità nell'armatura. La tensione normale dell'alternatore era di 11 000 Volt; le misure furono fatte a 8500, ÷ 10 000 e 12 500 Volt, sempre senza carico.

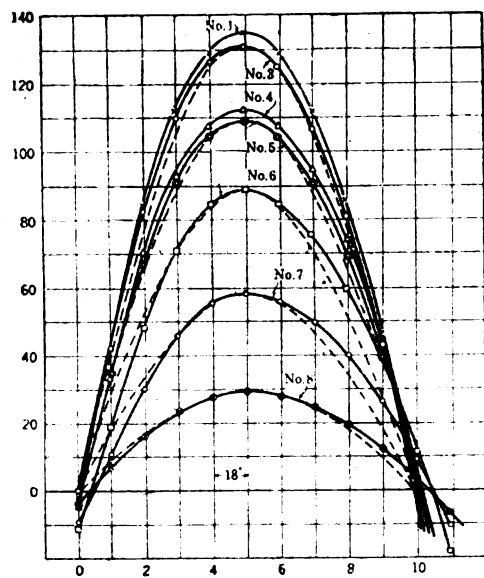



Fig. 1.

Confrontando gli oscillogrammi relativi a conduttori posti a differenti profondità nell'armatura si nota che la forma delle onde è per tutti eguale e che per alcuni il massimo dell'onda non è simmetrico rispetto ai due punti di zero dell'onda stessa. Ciò si verifica specialmente pei fori più esterni, ed a tensione ridotta. Invece tutte le onde passano per lo zero sensibilmente nello stesso istante. Le altezze delle onde decrescono dai fori più interni a quelli esterni.

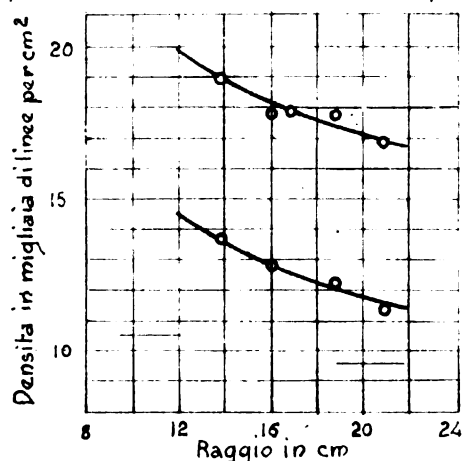



Fig. 2

L'articolo è illustrato da numerosi oscillogrammi dedotti dalle esperienze dell'autore.

Da quanto si è detto risulta che lungo una data linea radiale il flusso raggiunge il suo valore massimo contemporaneamente a tutte le profondità, mentre non sono contemporanei i passaggi per lo zero. La figura 1 riassume i risultati ottenuti.

La distorsione delle onde e il ritardo dei flussi sono indubbiamente dovuti all'isteresi e alle correnti parassite; la prima produce direttamente un ritardo del flusso e le seconde producono delle forze contromagnetomotrici che ritardano pure l'annullamento del flusso.

La minor distorsione che si verifica colle tensioni più alte, si spiega colla maggior saturazione.

Le curve della fig. 2 mostrano approssimativamente i risultati ottenuti, ossia come varia l'induzione colla profondità nell'armatura.

Detto R_2 il raggio esterno, r un raggio qualunque, B_0 l'induzione in corrispondenza del R_2, tali curve sono approssimativamente rappresentabili coll'equazione:

$$B = B_0 + K(R_2 - r)^{3/2}$$

dove K è una costante. Se R_1 è il raggio interno, la densità media è

$$B_m = \frac{1}{(R_2 - R_1)} \int_{R_1}^{R_2} \left[B_0 + K(R_2 - r)^{3/2}\right] dr = B_0 + \frac{2}{5} K (R_2 - R_1)^{3/2}$$

La fig. 3 da un'idea completa della distribuzione del flusso nella armatura

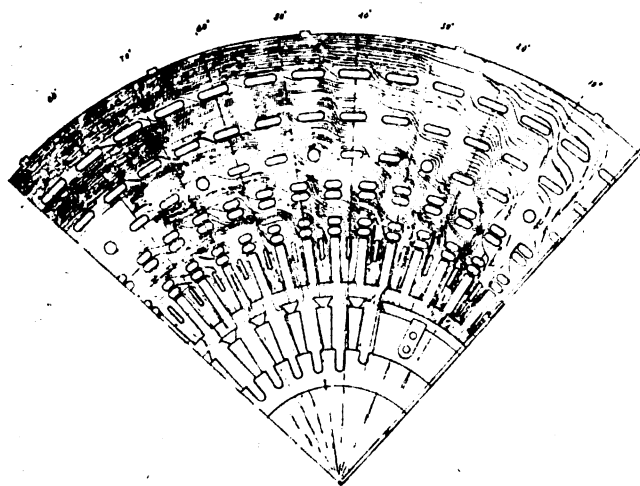



Fig. 3.

Le distorsioni dei flussi sono abbastanza piccole, specialmente alle tensioni elevate, per autorizzarci a considerare una distribuzione sinusoidale nelle calcolazioni. La fig. 3 fu appunto disegnata ritenendo sinusoidale la distribuzione del flusso; la figura è approssimativa ed intesa solo a dare un'idea generale della distribuzione del flusso nell'armatura.

L'autore consiglia di assumere una distribuzione sinusoidale anche per calcolare le amperspire necessarie per produrre un flusso voluto nella armatura. La curva in fig. 4 fu calcolata dall'autore supponendo che il numero di ampere-spire necessario a produrre l'induzione media su una lunghezza media di traiettoria del flusso sia lo stesso a tutte le profondità nella armatura.

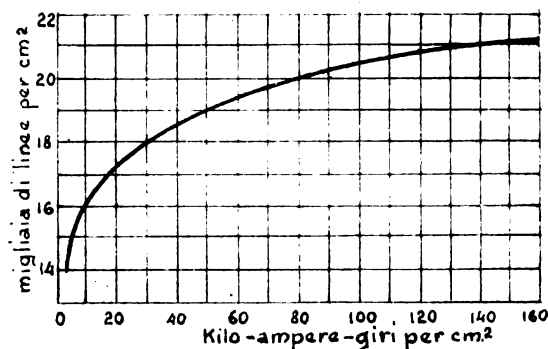



Fig. 4.

E' noto che negli alternatori a poli salienti le perdite nell'armatura per unità di peso di materiale sono maggiori che nei turbo alternatori a indotto liscio come quello considerato. Ciò si spiega colle minori variazioni di flusso che si verificano in questo tipo di macchina in causa della distribuzione presso che sinusoidale del flusso. Un'altra causa può essere la minore percentuale delle perdite nel ferro nei denti dello statore dei turboalternatori in causa del grande spessore della armatura in questo tipo di macchine in confronto alle proporzioni generali negli alternatori a poli salienti.

R. S. N.

ELETTROTECNICA GENERALE.

I. L. BURNHAM — **Commutatrici per la frequenza di 60 p. s.** (Gen. El. maggio 1920, vol. XXIII, pag. 392 - R. G. E. 2 ottobre 1920, n. 14, vol. VIII, pag. 104 D).

Le commutatrici sono generalmente preferite negli Stati Uniti ai gruppi motore-dinamo. Il favore che esse incontrano è dovuto al loro migliore rendimento, al minor costo d'installazione, ove la tensione alternativa sia superiore ai 13 000 V ed infine al loro funzionamento pressochè perfetto. Quest'ultimo requisito, particolarmente difficile a soddisfarsi con la frequenza 60 e nel caso del servizio di trazione, è stato raggiunto con i seguenti mezzi: 1°) impiego dei poli di commutazione con circuito magnetico formato in parte da un metallo non magnetico, dotato quindi di forte riluttanza (si richiede in questo modo un accrescimento d'eccitazione che migliora la commutazione e riduce gli effetti della saturazione magnetica); 2°) adozione di un tipo di porta spazzole sviluppato in senso radiale, che consente la massima distanza possibile fra due portaspazzole adiacenti; 3°) aggiunta contro i colpi di corrente di para fiamme speciali comportanti principalmente una rete metallica destinata a raffreddare i gas caldi dell'esplosione; 4°) impiego di un disgiuntore ad azione rapida capace, in caso di corto circuito, di ricondurre la corrente ad un valore inferiore al normale in meno di 0,007 secondi.

La tensione è regolata dalla parte della corrente alternata a mezzo di un survoltore devoltore sincrono comandato dalla commutatrice stessa o da un motore distinto. Nel primo caso però è necessario neutralizzare l'influenza sui poli di commutazione del flusso di reazione corrispondente alla corrente addizionale di senso variabile che per effetto del collegamento meccanico fra il sorvoltore e la commutatrice circola nell'armatura di questa. Tale risultato è ottenuto a mezzo di un regolatore a contatti controllato dalla tensione del survoltore e da un reostato, azionato da un motore, che modifica della quantità necessaria la corrente d'eccitazione dei poli ausiliarii. In un altro dispositivo alcuni reostati intercalati nei circuiti di eccitazione del survoltore e dei poli di commutazione sono collegati meccanicamente in modo che l'eccitazione in questi due circuiti varii in un rapporto costante. Un secondo reostato inserito nel circuito d'eccitazione dei poli ausiliari è azionato da un relais a contatti influenzato dalla corrente erogata dalla commutatrice.

A. Bz.

FISICA.

S. ZAREMBA — **Il carattere proprio e la portata della fisica.** (Scientia, novembre 1920, vol. XXVIII, n. 11, pag. 353 a 362).

Il valore filosofico e logico delle scienze fisiche è analizzato dall'A. da diversi punti di vista; e anzitutto egli riassume le opinioni dei più moderni scienziati circa la finalità di quelle nella proposizione seguente (abbreviata):

« Scopo della Fisica è il formulare il minimo numero delle più semplici ipotesi (impropriamente chiamate Leggi), tali che con l'appoggio loro e della Logica e della Matematica pura, si possa prevedere un fenomeno prodotto da condizioni arbitrarie; e ciò nel modo più completo e in limiti meno ristretti che sia possibile ».

A quel fine la scienza tende per tre vie:

1° — Sostituendo alle ipotesi vecchie delle nuove più consone con la realtà;

2° — Raggruppando in ipotesi sempre più comprensive classi di fenomeni prima ritenute indipendenti;

3° — Ricavando dalle ipotesi già ammesse conseguenze logiche sempre più lontane.

Alla domanda se « la Fisica *spieghi* i fenomeni o no », l'A. risponde premettendo una definizione necessaria:

« La *spiegazione* di un fenomeno in date condizioni presuppone un certo sistema di ipotesi; perciò spiegare un fenomeno più o meno completamente significa provare che le sue particolarità sono conseguenze logiche delle condizioni e delle ipotesi come pure delle premesse comuni della Logica e della Matematica ». Dopo questo si può dire che: « la Fisica spiega alcuni fenomeni, e in numero via via maggiore e con analisi sempre più profonda ».

Circa il *grado di verità* da pretendere in una *ipotesi*, le opinioni degli scienziati hanno cambiato moltissimo col tempo. Descartes non voleva ammettere che verità assolute, ossia principii indubbii; ma poi lo spirito umano si è andato rassegnando alla propria debolezza, e si è dedicato a una più obbiettiva autocritica. « Oggi non si esige più da una ipotesi neppure l'apparenza di una congettura plausibile circa la *realtà* delle cose: anzi siamo disposti ad accettarne talune di cui qualche conseguenza è inconciliabile con fatti noti. Ora ci limitiamo a chiedere che le diverse ipotesi fisiche possano raggrupparsi in sistemi non contradditorii in sè, nè con una data classe o famiglia di fenomeni ».

Perciò la verificazione delle ipotesi della Fisica non va fatta isolatamente, ma per gruppi omogenei, confrontandone le conseguenze logiche coi fatti osservati. Non vi è metodo generale per provare con rigore l'assenza di contraddizioni interne in un sistema di proposizioni; ma talvolta si riesce al contrario a dimostrare che ve ne sono, ed a scalzare quindi una teoria difettosa. Sotto questo aspetto sono preziosi i teoremi matematici detti « teoremi d'esistenza »: quando essi garantiscono la necessità di una soluzione a un problema posto dalla Fisica, confermano la fiducia nella consistenza logica delle ipotesi fondamentali prescelte. Dopo ciò, l'unico controllo di una teoria è il suo accordo più o meno esteso con l'esperienza.

« Vi sono fra le ipotesi fisiche delle proposizioni che possano ritenersi *verità certe?* » Una risposta negativa sarebbe certo esagerata (p. es. non sembra dubbia la verità che il suono sia la forma sotto cui percepiamo le vibrazioni elastiche di alcuni corpi); tuttavia « nessuna ipotesi fisica, esprimibile da una equazione, è *dimostrabile* »; (p. es. l'ipotesi delle proporzioni multiple in Chimica non può dimostrarsi nè vera nè falsa, dovendosi per ciò immaginare misure *assolutamente esatte*, capaci di provare che certi numeri sono o no commensurabili fra loro).

Per la classificazione di un fenomeno suscettibile di misura occorre anzitutto definire la misura stessa, e questo in generale è impossibile senza la impostazione preliminare di un certo insieme di ipotesi; tale compito è lecito solo a chi possieda un senso critico acuto e una logica rigorosa. Si ricordi, ad esempio che nel secolo XVIII si introdusse nella scienza un elemento detto *calorico*, che risultò poi in realtà non esistente.

Ma va notato che quelle definizioni si riferiscono a *termini tecnici*, il cui senso talvolta non interviene nella deduzione logica, e che perciò una teoria può continuare a sussistere anche dopo un cambiamento di interpretazione fisica di alcuni dei suoi termini fondamentali. P. es. nella Teoria della Relatività non si può parlare di *simultaneità* di due avvenimenti lontani fra loro nello spazio se prima non si definisce il sistema di riferimento; ma con questo si viene in fondo ad ammettere che la parola « *tempo* », invece di avere il significato comune, è il nome di un nuovo elemento da misurarsi secondo regole convenzionali; ed allora anche la nuova Teoria potrà apparire meno contrastante con le nozioni più antiche e famigliari al nostro spirito.

G. Ra.

IMPIANTI.

G. MANGIN. — **Accoppiamento di officine elettriche utilizzanti la energia delle maree.** (Révue générale de l'electricité, 8 maggio 1920, pag. 626).

Già anni addietro M. Maynard ed altri avevano presentato studi sull'utilizzazione della energia prodotta dalle maree. La cosa presentava certe difficoltà, non tanto per la disponibilità e lo sbarramento di un bacino enorme, quanto per l'installazione delle turbine adatte allo scopo di trasformare utilmente quell'energia, giacchè data la caduta di circa 1 metro, occorre impiegare turbine eccessivamente ingombranti. E' importante inoltre la scelta di un bacino conveniente, sia per avere la maggior caduta possibile, sia per porre le turbine in una località non disturbata da mareggiate, che determinerebbero fenomeni pulsatori nella marcia delle turbine stesse.

La periodicità del fenomeno di marea obbliga a ricorrere a speciali espedienti per ottenere una produzione continua di energia: ma i mezzi fin qui usati, come il riempimento dei bacini con pompe nei periodi in cui la caduta non è utilizzabile, o l'adozione di bacini compensatori, non sono pratici dal punto di vista economico.

S'è pensato ad una nuova soluzione, adottabile praticamente solo nel caso di impianti molto importanti, ispirata dal fatto che il costo di una linea di accoppiamento, sia pure a grande distanza, può essere ancora conveniente quando si tratti di congiungere centrali molto potenti. Trovandosi le due località in cui avviene la produzione, in condizioni di marea diverse, potranno sempre funzionare le turbine di una d'esse, quando quelle dell'altra sono ferme.

In Francia si sono fatti studi per poter applicare questo metodo di utilizzazione delle maree, con una centrale a Saint Malo ed una a Brest, e congiungendole, in modo da poter ottenere una produzione continua di energia, alternandosi nelle due località i periodi in cui il salto è nullo. In questo caso però, data la diversità di altezza di marea che raggiunge i 13 m a Saint Malo e si limita a 7 a Brest, e dovendo avere nelle due centrali la stessa potenza, perchè esse possano efficacemente aiutarsi, i due bacini dovrebbero essere rispettivamente di 2000 e di 6900 ettari, calcolati in base alle due cadute medie di m 1.30 e m 0.60. Si otterrebbe una potenza massima di 300 000 kW, minima di 30 000, questa però solo per 20 giorni all'anno.

Resta però a risolvere il problema dell'utilizzazione della potenza eccedente: potenza che è considerevole dato che in una stessa giornata per le variazioni di marea, essa potrà assumere dei valori che stanno come 1 a 2. Tale questione, pur presentando molte difficoltà per l'intermittenza con cui risulta disponibile la potenza eccedente, è tuttavia suscettibile di qualche soluzione avvenire, per la quale l'utilizzazione dell'energia delle maree diventerebbe un principio praticamente attuabile, anche dal punto di vista economico.

(a. r.)

MISURE: METODI ED ISTRUMENTI.

I. W. LEGG. — **Un oscillografo portatile.** (Journ. Am. Inst Elect. Eng., luglio 1920, pag. 674).

L'articolo contiene la descrizione di un oscillografo studiato allo scopo di riuscire leggero e poco ingombrante così da essere facilmente trasportabile come gli altri apparecchi di misura. Tutto l'apparecchio è contenuto in due cassette che pesano complessivamente circa 60 kg

e la maggiore delle quali ha le dimensioni di cm $32 \times 35 \times 65$. Per la messa in funzione non occorre disporre di alcuna sorgente esterna di corrente continua. Infatti la sorgente luminosa è costituita da una lampadina a filamento metallico; l'interruttore fotografico agisce automaticamente; e il campo degli elementi galvanometrici è eccitato mediante una piccola batteria di accumulatori che è contenuta entro la cassetta dell'oscillografo. Per il servizio della lampadina e del motorino che deve far scorrere la pellicola, è disposto un piccolo trasformatore pur esso contenuto nella cassetta dell'apparecchio. Esso può essere innestato con un comune attacco a spina su una qualunque presa di corrente per illuminazione da 110 a 220 Volt e per frequenze da 20 a 70 periodi; la potenza totale richiesta è di soli 300 W.

La fig. 1 rappresenta l'insieme dell'apparecchio. A sinistra è raffigurata la cassetta principale che contiene la lampada, l'apparecchio ottico, il galvanometro, le resistenze e la batteria d'accumulatori. A fianco è rappresentato il gruppo del motore e trasformatore cogli accessori annessi.

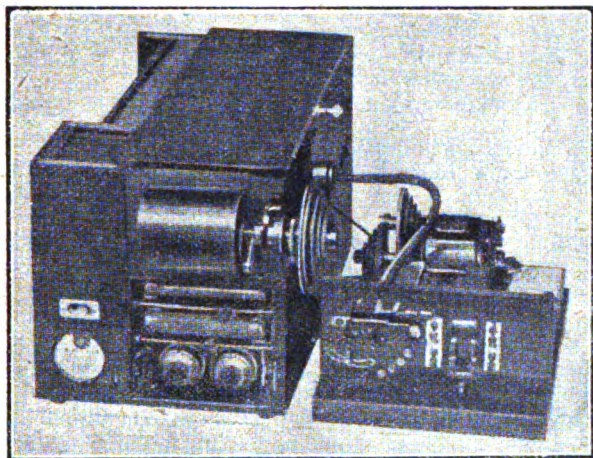



Fig. 1.

Vi sono tre elementi galvanometrici, coi circuiti magnetici in serie eccitati da una bobina unica che assorbe soli 10 W. Essi possono anche esser usati con uno shunt come millivoltmetri per la misura di correnti istantanee, o, con delle resistenze inserite in serie, per misurare valori istantanei delle tensioni. Ogni elemento galvanometrico è provveduto di resistenze da 0 a 10 000 ohm; si può in tal modo esperimentare su tensioni fino a 4000 Volt con corrente continua e circa 1500 con corrente alternata.

Un amperometro permette di misurare la corrente del campo del galvanometro oppure quella della piccola batteria.

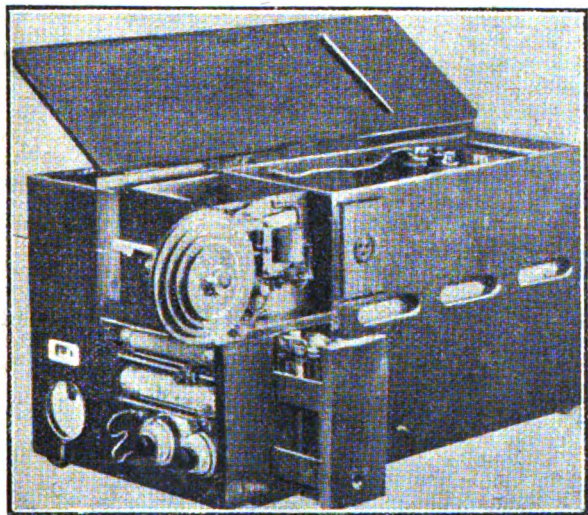



Fig. 2.

La fig. 2 dimostra come sieno disposti tutti questi accessori entro la cassetta dell'istrumento.

Speciale cura fu posta nello studio dell'apparecchio ottico. L'interruttore è messo in funzione da un relais a scatto azionato dall'albero della puleggia della pellicola, così che esso scatta nel momento preciso in cui la pellicola è nella posizione opportuna per ricevere il raggio luminoso. Un apposito prisma riflettore dà il raggio fisso che traccia la linea dei tempi.

La lampadina è di tipo speciale a filamento molto raggruppato. Per ottenere grandi intensità di luce necessarie quando si esperimenta su fenomeni rapidissimi, vi è modo di aumentare del 12%, fino al 60% la tensione normale applicata alla lampada. Per evitare l'immediata bruciatura di questa, essa è inserita nel circuito del relais di scatto dell'interruttore così che il tempo di applicazione della sopratensione è strettamente limitato alla durata di apertura dell'interruttore, che è sempre una frazione piccolissima di secondo.

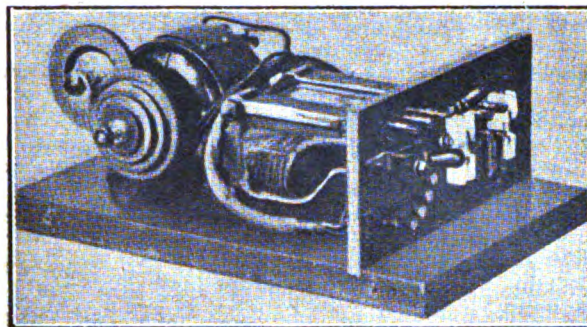



Fig. 3.

La velocità di traslazione della pellicola può esser fatta variare nel rapporto da 2 a 240.

Uno shunt speciale fu costruito per essere impiegato con questo oscillografo. La variabilità delle resistenze è tale che, secondo le varie connessioni impiegate, si può ottenere la stessa deviazione del galvanometro con una corrente di 500 ampere come con una di 20 ampere. Lo shunt può sopportare correnti istantanee di 50 000 ampere, e correnti di lunga durata di 1000 ampere.

Per ricerche esatte è opportuno tarare l'oscillografo con inserito lo shunt che gli deve essere connesso, facendovi passare una corrente di intensità nota; nelle esperienze successive basterà tenere presente che la corrente necessaria ad ottenere una data deflessione è inversamente proporzionale alla resistenza dello shunt.

Una volta messo a punto, l'apparecchio agisce in modo completamente automatico senza richiedere la presenza dell'operatore il quale può farlo agire a distanza, manovrando un contatto.

R. S. N.

TELEGRAFIA, TELEFONIA.

M. DONGIER. — **Ricevitore telefonico autorivelatore punta-cristallo o punta-metallo.** (*C. R.*, 26 luglio 1920, vol. CLXXI, pag. 238 — *R. G. E.*, 2 ottobre 1920, vol. VIII, n. 14, pag. 444).

Una tensione elettrica, applicata ad un contatto fra una punta ed un cristallo o metallo, produce una corrente che, nel punto di contatto, dà luogo ad una reazione elastica tale da deformarlo. Col variare della corrente variano simultaneamente reazione elastica e deformazione. L'entità della variazione dipende e dall'intensità di corrente e dalla natura dei corpi in contatto.

L'A., avendo osservato che un detector a galena inserito convenientemente in un circuito *r. t.* ricevente emette un suono sotto l'influenza delle onde in arrivo, ha costruito un detector altisonante utilizzando il contatto fra la punta di una capsula di fonografo munita di megafono ed una piastra di metallo ossidato.

Secondo esperienze della signora Collet un microfono a carbone inserito in un circuito percorso da onde persistenti ad alta frequenza (antenna per radiotelegrafia o telefonia) in unione all'apparecchio altisonante anzi ricordato rinforza il segnale r. t. ricevuto e se trattasi di radiotelefonia la parola è riprodotta con grande nitidezza. Il fenomeno si produce sia che in contatto della punta della capsula si trovi la galena sia che vi si trovi un metallo. Il timbro della voce è riprodotto fedelmente, anche se il circuito invece che da corrente ad onde persistenti è percorso da una corrente continua del tipo delle ordinarie correnti microfoniche.

Col crescere dell'intensità di corrente attraverso il contatto aumenta l'altezza del suono della voce. Però se quella sale di troppo la voce si vela o si odono dei gracidamenti. Analoghe manifestazioni si hanno se si aumenta la f. e. m. applicata al contatto. Buoni risultati si hanno con 4 V e 30 milliampere. Con una galena sensibile il suono è più rinforzato quando la corrente continua va dal cristallo alla punta, che non quando va in senso opposto e ciò perchè nel primo caso l'intensità di corrente è notevolmente più grande che nel secondo. Se si sostituisce alla galena il metallo, si ha una ricezione egualmente perfetta; però, a parità d'intensità di corrente, il suono emesso è più debole.

Da queste esperienze l'A. è indotto a concludere che una corrente comunque variabile provoca due effetti distinti nell'attraversare un contatto puntiforme fra due corpi. Il primo, che chiama effetto di risonanza, determina una azione elastica di cui la grandezza è legata all'energia messa in giuoco; è questo fenomeno, che dà al ricevitore le proprietà di ricevitore telefonico ordinario. Il secondo effetto, che l'A. definisce rettificante, è caratterizzato da un passaggio di corrente raddrizzata che va sempre dalla punta al metallo, ovvero, nel caso di contatto fra punta e cristallo di galena, va dalla punta al cristallo se l'energia messa in giuoco è considerevole, va in senso inverso se l'energia è poca. Questo effetto è rimasto finora inspiegato.

A. Bz.

:: :: :: CRONACA :: :: ::

CONGRESSI.

Primo Congresso Generale dell'Ass. Nazionale Ingegneri italiani. La nuova Associazione che ha raccolto in un fascio i vecchi Collegi degli ingegneri e molte forze nuove, ha tenuto il suo primo congresso annuale a Roma, nei giorni 12 - 16 Dicembre u. s. Crediamo interessante dare qui, benchè in ritardo, la cronaca del Congresso.

Nella seduta antimeridiana del 14 dicembre si inizia lo svolgimento del primo tema: *Il problema tecnico ed economico della produzione nazionale.*

Il relatore *Mayer* parla del protezionismo e del liberismo; analizza gli inconvenienti che il primo porta con sè, per cui, anche se attuato, deve essere riguardato come un sacrificio che lo Stato fa per creare industrie necessarie e metterle in condizioni di poter poi vivere senza appoggio.

Afferma che dal protezionismo è nato il dissidio tra siderurgia e agricoltura, il quale ha portato, come conseguenza, il dualismo tra Italia Settentrionale e Meridionale. Dice che la protezione cerealicola può giovare solo all'Italia del Nord, adatta per tali colture, non all'Italia Meridionale nella quale, per il suo clima, converrà sempre produrre delle *specialità*, cioè agrumi, che non hanno bisogno di protezione.

Conclude augurando che « l'agricoltura non venga industrializzata » ma piuttosto venga « agricolizzata l'industria ».

Il relatore *Lanino* afferma che non si può essere rigidamente liberisti o protezionisti. Però una protezione, sia pure parziale e transitoria, del mercato interno è indispensabile. Cita in proposito l'esempio della Germania, che riuscì a costituire la sua formidabile industria solo dopo il 1880, quando Bismark, abbandonando il liberismo seguito nel decennio precedente, instaurò un ferreo protezionismo.

L'Italia ha bisogno di una salda organizzazione industriale di carattere anche siderurgico. L'agricoltura è fiorente solo dove è industrializzata. Cita l'esempio della Lombardia e del Ferrarese. Mostra una statistica da cui risulta che più della metà della nostra produzione agricola è dovuta al Nord. Non esiste antitesi fra sviluppo agricolo e industriale, anche nel Mezzogiorno occorre industrializzare l'agricoltura. Il problema fondamentale da risolvere attualmente non è nè di natura doganale nè di indole tecnica, ma di carattere politico. Manca la volontà di lavorare, specialmente negli operai, e di più assistiamo oggi alla distruzione di tutti gli elementi che possono incitare i lavoratori a produrre di più. Di qui l'affievolimento progressivo di tutte le attività.

Termina comunicando che la questione del controllo sulle aziende sta per essere deferita al Consiglio superiore del Lavoro, in cui non esistono rappresentanti del lavoro intellettuale.

Il presidente De-Marchi apre la discussione sulle due relazioni svolte.

Parlano *Mayer, Molinari* il quale lamenta che gli industriali non utilizzano convenientemente l'opera dei tecnici. L'oratore è liberista così convinto, che non vorrebbe si ricorresse al protezionismo in nessun caso. Conclude leggendo un ordine del giorno contro il protezionismo.

Sirovich si associa al grido che il collega Mayer ha elevato in favore del Mezzogiorno, ma ne dissente sul collegamento che egli fa fra protezionismo, liberismo e problema meridionale. Non è vero che il protezionismo ostacola lo sviluppo della tecnica; accade invece il contrario, come dimostra quanto è avvenuto in Inghilterra e in Germania.

Taranta non comprende nè protezionismo nè liberismo ma solo l'organizzazione scientifica del lavoro.

Lamenta che in Italia non sia mai stata compresa l'importanza del problema, e che i Consorzi Industriali non se ne occupino.

Allievi: si è occupato lungamente di materie doganali. Osserva che tutti gli Stati sono tornati, più o meno, al protezionismo. Per consolidare un'industria bisogna proteggerla, questa protezione deve variare secondo i bisogni, agendo solo là dove è necessaria, non dove si è forti. Parla infine della tariffa autonoma.

Nella seduta pomeridiana del 14 dicembre continua la discussione sul primo tema.

Buronci: è feroce nemico del protezionismo.

Ruffolo sostiene che le questioni trattate hanno scarsa importanza di fronte a quella fondamentale, consistente nell'incremento della produzione e nella diminuzione dell'enorme squilibrio fra importazioni ed esportazioni; si tratta di suggerire un giusto indirizzo al Governo.

Parlano ancora *Rubino, Forges-Davanzati* e *Mauro*, il quale sostiene che non è vero che si debba essere o protezionisti o liberisti; si può essere per una decisione intermedia. Vi sono industrie a cui non si può rinunciare, senza correre il rischio che l'intera nazione muoia, ma esse debbono essere contenute entro limiti opportuni, in modo che non vadano a detrimento delle altre; si tratta insomma di una questione di misura; su questa debbono pronunziarsi gli ingegneri. Afferma infine l'importanza della standardizzazione.

Bignami non è nè protezionista nè liberista. Espone il modo con cui egli intenderebbe la misura dei dazi protettori da imporre. Ritiene necessaria la siderurgia, sia in guerra che in pace.

Parlano brevemente altri oratori, ed in fine viene approvato un ordine del giorno che conclude la discussione.

Si passa quindi a discutere del *controllo sulle aziende.*

Astorri riassume brevemente la sua relazione.

Parlano *Cardani, Taranto*, che rammenta le origini del controllo; sostiene che esso debba estendersi anche alla parte economica, e non solo a quelle tecnica e disciplinare; inoltre esso dovrebbe essere fatto a posteriori, per non paralizzare le industrie.

Forges-Davanzati sostiene che se al controllo si dovrà venire, ad esso dovranno partecipare anche i rappresentanti del lavoro intellettuale.

Nella seduta antimeridiana del 15 dicembre continua la discussione sul controllo.

Allievi è contrario alla compartecipazione ai profitti, ai trapassi delle aziende, studiati dalla Sez. di Roma, perchè questi metodi presuppongono una staticità delle aziende, che in pratica non si verifica, e, applicati, significherebbero la morte delle industrie.

Dal Buono propone di rimandare la questione ad una Commissione apposita.

Pavia si associa alla proposta.

Parlano ancora *Rossi, Falasconi* ed altri oratori.

Viene approvato un o. d. g. *Manfredi*, sulla riforma del Consiglio Superiore del Lavoro.

Il relatore *Astorri* infine, afferma essere inutile mettere semplicemente gli operai a conoscenza dell'andamento delle aziende, è necessario fare un risoluto passo avanti e concedere la partecipazione agli utili.

Nella seduta pomeridiana del 15 dicembre, dopo animata discussione, viene approvato un ordine del giorno, in cui si domanda che al Controllo debba partecipare la classe degli Ingegneri e degli Impiegati Tecnici ed Amministrativi, e che ai lavori preparatori del progetto di legge intervenga una rappresentanza autorizzata dell'A. N. I. I.

Nella seduta antimeridiana del 16 dicembre si inizia lo svolgimento del tema: « *Elettrificazione delle ferrovie* ».

Schupfer fa un'ampia relazione — sulla quale ritorneremo — sull'argomento, corredata da cifre. Dopo una breve storia dell'elettrificazione in Italia espone come il problema si presenta attualmente. Mette in guardia coloro che sono per l'elettrificazione ad ogni costo, anche nei casi in cui la trazione a vapore si presenta migliore, specialmente dal punto di vista finanziario.

Dimostra l'assurdità della pretesa di voler annullare l'importazione del carbone. Addita il pericolo che risorgano le famose « riserve ferroviarie ». Critica le decisioni della Commissione di Ingegneri che hanno studiato il problema.

Lanino vorrebbe per l'Italia il primato nelle elettrificazioni: Afferma essere vero che nelle Valtellinesi non si verificò grande aumento di traffico, ma tale linea era stata scelta solo perchè si prestava bene ad un esperimento. Gli aumenti di traffico dipendono dal regime tariffario, non dal sistema di trazione. Conviene nelle cifre esposte dallo Schupfer, non crede però che ci si possa arrestare alle sole considerazioni economiche, per quanto esse siano fondamentali. Per l'orografia tormentata, in Italia si deve tener basso il peso dei treni; se si riuscisse ad aumentare questo peso i vantaggi sarebbero grandissimi. Ora la trazione elettrica si presta mirabilmente a questo scopo. Le linee di gran traffico sono certo le più adatte ad essere elettrificate, ma l'elettrificazione non si può eseguire a macchie, ma a sistemi; per il vantaggio che si ha nel movimento del personale e dei locomotori.

Trova giusta la lamentela che nel Meridionale non si sia elettrificato nulla, ed afferma che se ne debba tener conto nel programma da svolgersi.

Conclude affermando di temere, non già che si elettrifichi troppo, ma troppo poco.

Ruffolo: dichiara essere necessità fondamentale quella di diminuire i nostri bisogni di carbone.

Pavia: è convinto fautore del sistema trifase, fa notare i vantaggi di questo sistema; afferma che gli avversari di esso sono tutte persone autorevoli, ma appartenenti al campo della scienza pura, non già ingegneri della pratica.

Albini: lamenta che in un programma ufficioso di elettrificazione il Sud sia quasi completamente trascurato.

Parlano ancora *Forges-Davanzati* e *Schupfer*, che risponde alle osservazioni dei vari oratori.

Viene infine approvato un ordine del giorno in cui si afferma la necessità di un'ampia elettrificazione ferroviaria, si invoca che ad essa si provveda per quanto possibile, e si domanda la soppressione dei termini categorici per le ferrovie secondarie di cui il decreto 2 maggio 1920.

Nella seduta pomeridiana del 16 dicembre si discute sul terzo tema: *Restaurazione delle Terre liberate.*

Il relatore *Fano* critica l'azione del Governo nei riguardi della questione veneta, ne mette in evidenza gli errori.

Andreoni e *Volpe* espongono l'opera compiuta, rispettivamente, dal Genio Civile e Militare.

Parlano ancora *Schupfer, Manfredi; Arconi* rileva l'imprevidenza del Governo, gli sperperi del Genio Militare. Lamenta che non siano stati accordati i fondi necessari per la restaurazione. Ammonisce che il popolo veneto è in fermento e che sarebbe pericoloso continuare a deluderlo.

Benvenuti raccomanda che si pensi anche al Trentino, dove finora fu fatto pochissimo e malissimo. Addita quello che ritiene necessario fare.

Parlano ancora *Tedeschi* e *Fano*, quindi viene approvato per acclamazione l'o. d. g. proposto dalle Sezioni Venete in cui il Congresso, riconosciuto di ordine tecnico e pratico nazionale il problema della ricostruzione della vita civile ed economica nelle Provincie Liberate e Redente, ritiene solo che lo Stato debba adempiere al compito assuntosi con larghezza di mezzi, e si associa al voto degli Ingegneri veneti.

ESPOSIZIONI.

Fiera industriale Britannica. — Dal 21 Febbraio al 4 Marzo p. v. avranno luogo contemporaneamente a Londra, Glasgow e Birmingham, tre fiere industriali, che costituiranno la più grande fiera industriale del mondo.

Per opuscoli e schiarimenti rivolgersi ai Consolati Britannici.

:: Note Economiche, Politiche e Finanziarie ::

Riforma della legislazione elettrica.

Riportiamo in questo fascicolo, nella rubrica dei Decreti, il testo di un Decreto Ministeriale approvato dal Consiglio dei ministri il 28 Nov. u. s. il quale crea una speciale Commissione per lo studio della riforma della legislazione elettrica.

Come si vede, e come d'altronde risulta dalle notizie che corrono sulla stampa pubblica, il Governo intende di rinnovare completamente la legislazione sugli impianti elettrici, continuando l'opera iniziata coi decreti Bonomi e con la creazione del Consiglio Superiore delle acque pubbliche. Già nell'ultima riunione dell'A. E. I., a Roma, si accennò alla gravità delle questioni che vanno maturando e che toccheranno i più vitali interessi di tutta l'elettrotecnica, ed è certo che la nostra Associazione sarà quanto prima chiamata ad occuparsi ufficialmente dell'argomento.

Notiamo intanto con piacere, che a far parte della nuova Commissione, è chiamato anche il nostro Presidente Generale, insieme col Direttore dell'A. E. I. E.; ma non nascondiamo che una più larga partecipazione delle due Associazioni sarebbe stata desiderabile, dato che A. E. I. ed A. E. I. E. appaiono indiscutibilmente gli Enti più adatti a fornire al Governo le basi su cui poggiare la nuova legislazione.

Nel numero di Dicembre u. s. dell'*Impresa Elettrica*, l'Ing. Civita fa alcune fondate osservazioni sul decreto Ministeriale sopra citato, e sui nuovi progetti di iniziativa parlamentare.

Essi sono due: quello dell'on. Bianchi del gruppo socialista e quello Ruini-Beretta del gruppo radicale. Entrambi sono larvati progetti di statizzazione, nei quali ogni accenno a questa parola è però accuratamente evitato, per non spaventare il pubblico che ormai sa benissimo che cosa significhi l'intervento dello Stato in un'industria.

Partendo da questo punto, l'Ing. Civita nota giustamente che, mentre prima della guerra la produzione e la distribuzione dell'energia elettrica venivano curate dalle Società elettriche in modo che nessuno, per primo lo Stato, pensava di preoccuparsi di un problema già risolto, e mentre durante la guerra le stesse Società poterono portare alla resistenza del Paese un contributo così importante che non ancora è possibile giudicarne l'inestimabile valore: non appena finita la guerra, dimenticando i benefici arrecati dall'Industria Elettrica Italiana, molte voci si sono rivolte contro di questa accusandola di voler la rovina d'Italia col ritardare scientemente e di proposito l'esecuzione di nuovi impianti elettrici.

Accusa ingiusta per chi sa, come tutto il mondo tecnico, che l'energia venduta è cresciuta da meno di 3 miliardi a oltre 4 miliardi di kWh da prima a dopo la guerra, e che i nuovi impianti messi in funzione dal 1915, ammontano ad una potenza totale di circa 200 000 kW, mentre i prezzi di vendita sono cresciuti, per le limitazioni governative in modo affatto insufficiente, non solo a stimolare alla costruzione di nuovi impianti, ma anche a coprire le reali spese d'esercizio moltiplicatesi nel modo che tutti sanno.

Naturalmente ogni difficoltà sparirà lentamente col tempo e coll'assestarsi degli elementi sconvolti dalla guerra e dal dopo guerra, e saggia politica del Governo sarebbe cercar di attutire i mali presenti, favorendo il più possibile le energie che tendono al risveglio avvenire. Invece, come sempre, in tempi di incertezza, le schiere degli eterni malcontenti e dei legislatori in cerca di fama a buon mercato, incuranti di quanto ciò costi a tutto il resto della popolazione, si congiungono nel gridar la croce addosso a chi ha fatto e continua a fare, sostenendo che, per risolvere la questione, non c'è che da applicare teorie bell'e fatte e pronte all'uso. E' strano che in tempi in cui la medicina e la chirurgia e tutte le altre scienze debbono i loro meravigliosi progressi alla specializzazione e allo studio accurato dei piccoli sintomi e dei fenomeni finora trascurati, la scienza politica si polarizzi invece verso soluzioni empiriche buone per tutte le malattie, laddove è ovvio che tale sistema conduce naturalmente nella maggior parte dei casi alla morte del paziente, o, nella migliore ipotesi, alla trasformazione cronica della sua infermità.

E chi meglio di noi italiani può sentire la giustezza di queste osservazioni, di noi che purtroppo dobbiamo giornalmente lottare coi servizi statali, Telefoni, Telegrafi, Poste e, dulcis in fundo, Ferrovie? Realmente occorrerebbe parafrasare qui quel che diceva della Corte di Roma l'israelita del Boccaccio per giustificare la sua conversione al cattolicesimo: essere l'Italia un grande paese con qualità di popolo eccezionali, poichè nonostante gli impicci e i legami straordinari che la burocrazia dei servizi pubblici le crea e le mantiene e che soffocherebbero qualunque altro paese, vive e continua a vivere e sia pur lentamente a progredire, e convenga quindi esser lieti e superbi d'essere italiani!

Nello stesso numero dell'*Impresa Elettrica* l'Ing. G. Semenza, col consueto tono ironico faceto, rinfaccia all'on. Bianchi le ingenuità contenute nel suo progetto di legge, e liquida con argomenti definitivi tutto il bagaglio teorico politico di cui esso è infarcito. Ci auguriamo che presto vengano contrapposti argomenti altrettanto validi al progetto di legge Ruini-Beretta.

Non crediamo opportuno di riprodurre questi progetti anche perchè chiaramente si scorge nel sopra ricordato decreto, la preoccupazione Governativa di contrapporre ad essi un progetto organico presentato dal Ministero. Avremo quindi occasione di ritornare presto ancora sull'argomento.

Le tariffe di vendita dell'energia elettrica.

Già più volte in queste note fu rilevata l'anomalia dei prezzi di vendita dell'energia elettrica, che sono tra i pochissimi (sapremmo citare solo il pane e gli affitti) che non abbiano seguito la progressiva svalutazione del danaro, con grave pericolo per lo sviluppo ulteriore dei nostri impianti. Dall'*Impresa Elettrica* del Dicembre apprendiamo che gli Esercenti hanno chiesto una revisione e l'aggiornamento del decreto n. 2264 del 31 ottobre 1919 col quale, quando già la lira valeva sì e no 30 centesimi, si concedeva agli esercenti di aumentare del 25% i prezzi dell'energia venduta al minuto (sotto i 100 kW). Non è il caso qui di insistere ancora sugli inconvenienti derivati dalle condizioni in cui sono venute a trovarsi le Società, dovendo vendere talvolta il kW-ora ad un prezzo inferiore alle sole spese d'esercizio e di manutenzione.

Per quanto, come dicevamo più sopra, i nuovi impianti idroelettrici non siano mancati anche in questi ultimi anni di guerra e di armistizio, è certo che assai di più si sarebbe fatto, se si fosse potuto mantenere il prezzo di vendita dell'energia elettrica in relazione col progressivo svalutamento del denaro. Moltissime industrie, anche all'infuori di quelle generalmente qualificate come « di guerra », poterono realizzare notevolissimi benefici ed ampliare notevolmente i loro impianti (talune forse anche troppo!); ma pochi hanno rilevato che ciò potè avvenire in parte anche a spese dell'industria elettrica. Per molte industrie manifatturiere infatti, la « spesa per energia » che prima della guerra pesava sensibilmente sul costo del prodotto, è diventata relativamente quasi evanescente, di fronte ai continui aumenti di tutte le altre voci di spese e.... dei prezzi di vendita.

Non ultimo inconveniente di tale artificioso stato di cose è la reazione che, per fatale legge economica, si manifesta oggi nel caso di nuovi contratti. Conosciamo anche noi qualche esempio di prezzi veramente iperbolici, imposti all'utente al rinnovamento dei contratti; ma non si dovrebbe generalizzare; ed anche la massa degli utenti dovrebbe comprendere quanto sia assurdo che la sola energia elettrica non debba rincarare. Il paese già sconta amaramente il prezzo politico del pane: auguriamoci che l'industria nostra non debba scontare altrettanto amaramente quello che si potrebbe chiamare il prezzo politico dell'energia elettrica!

NORME, LEGGI, DECRETI E REGOLAMENTI

Regolamento dell'Ufficio di controllo del Verband Deutscher Elektrotechniker (Riassunto). (E. T. Z. 2 dicembre 1920).

§ 1. — SCOPO DELLE PROVE.

L'Ufficio di controllo del V. D. E. si occupa delle prove aventi lo scopo di verificare i materiali elettrotecnici per stabilire se essi corrispondono alle prescrizioni del V. D. E. sotto ogni punto di vista. Dette prescrizioni vengono riportate nell'E. T. Z. e nelle pubblicazioni del V. D. E.

§ 2. — GENERE DELLE PROVE.

L'Ufficio di controllo del V. D. E. si occupa di:

a) Prove per la marca. Materiali presentati dai fabbricanti per ottenere l'autorizzazione di servirsi della marca di controllo.

b) Prove supplementari in seguito a modifica delle prescrizioni del V. D. E., chieste dai fabbricanti per ottenere l'autorizzazione a continuare a servirsi della marca di controllo.

c) Prove di verifica su materiali muniti della marca di controllo.

d) Prove saltuarie a scopo di controllo su materiali muniti della marca e scelti dall'Ufficio fra quelli esistenti sul mercato.

Le spese per le prove *a*), *b*) e *c*) sono a carico dei richiedenti, per la *d*) dell'Ufficio di controllo.

§ 3. — LABORATORI DI PROVA.

A giudizio dell'Ufficio di controllo la prova potrà venire eseguita:

a) Nello stabilimento del fabbricante se possiede le sistemazioni necessarie per l'esecuzione regolamentare delle prove secondo le norme del V. D. E.

b) Nel laboratorio dell'Uff. di Controllo in Berlino W 57 Potsdamer Strasse 68.

c) In uno dei laboratori di prova esistenti ed ufficialmente riconosciuti nell'Impero Germanico.

§ 4. — PROVA PER LA MARCA.

Sono autorizzati a richiedere la prova per la marca:

a) I fabbricanti tedeschi di materiali elettrotecnici.

b) I fabbricanti esteri, purchè le loro domande siano presentate da un rappresentante domiciliato in Germania.

Il procedimento della prova per la marca è il seguente:

1) Domanda per iscritto corredata da una dichiarazione in cui sono stabilite le basi giuridiche dei rapporti fra l'Uff. di controllo e il fabbricante.

2) Pagamento della tassa. Ritiro della ricevuta della domanda. Invio dei materiali al laboratorio indicato. Invio all'Uff. di controllo dei disegni di costruzione dei materiali da provare in doppia copia.

3) Eseguita la prova l'Ufficio di controllo informa il richiedente del risultato per mezzo di una relazione scritta, restituisce i materiali provati (muniti di piombo o di altro contrassegno) ed una copia dei disegni (muniti del bollo di controllo).

4) Se i materiali provati corrispondono alle prescrizioni del V. D. E.; l'Uff. di controllo rilascia l'autorizzazione ad impiegare la marca di controllo.

5) Il richiedente conserva i materiali muniti di contrassegno ed i disegni di costruzione col bollo di controllo finchè è valida la marca di controllo.

§ 5. — PROVA SUPPLEMENTARE.

Scopo: Ved. § 2.

Si segue il procedimento indicato al § 4 per la marca.

§ 6. — PROVA DI VERIFICA.

Ha lo scopo di stabilire se i materiali muniti della marca di controllo esistenti sul mercato, corrispondono ai materiali sottoposti con buon risultato alla prova per la marca.

Per il procedimento vedi § 4.

§ 7. — MARCA DI CONTROLLO.

La marca di controllo del V. D. E. è tutelata dalla legge. Essa è costituita da un triangolo equilatero coi vertici arrotondati racchiudente le lettere V. D. E. Il suo uso può effettuarsi:

a) Con l'applicazione ai materiali.

b) Con la riproduzione della marca nei cataloghi.

La marca di controllo si può impiegare soltanto:

1) Per materiali che abbiano subito con buon risultato la prova per la marca.

2) Per materiali che siano essenzialmente equivalenti a quelli specificati in 1).

I materiali muniti della marca di controllo devono avere inoltre un contrassegno che permetta di stabilirne l'origine.

L'autorizzazione all'impiego della marca è valida solo finchè sono in vigore le norme del V. D. E. che hanno servito di base per la prova.

L'eventuale scadenza della validità è comunicata agli interessati dall'Ufficio di controllo.

§ 8. — SERIE DI TIPI.

Quando venga richiesta la prova per la marca su una serie di tipi non occorre presentarli tutti ma solo una parte di essi, sempre però il più piccolo ed il più grande della serie.

Si considera normalmente come serie di tipi una serie di oggetti i quali differiscano l'uno dall'altro solo per le dimensioni, ma non per il modo di applicazione, per la costruzione e per la rispondenza alle prescrizioni del V. D. E.

§ 9. — DOMANDA DI PROVA.

In questo paragrafo sono contenute dettagliatamente tutte le modalità per la domanda.

§ 10. — PUBBLICAZIONI.

Le pubblicazioni dell'Uff. di controllo si fanno nell'E. T. Z. nella rubrica « Notizie varie ».

E. C.

★

Riforma della legislazione elettrica.

IL MINISTRO

SEGRETARIO DI STATO DEI LAVORI PUBBLICI

Vista la legge 7 giugno 1894, n. 288, per la trasmissione a distanza delle correnti elettriche;

Visto il relativo regolamento approvato con D. R. 25 ottobre 1895, n. 64;

Visto il Decreto Luogotenziale 22 febbraio 1917, n. 386, che detta norme per l'autorizzazione delle linee di trasmissione dell'energia elettrica;

Visto il R. Decreto Legge 9 ottobre 1919 n. 2161, ed il relativo regolamento approvato con D. R. 14 agosto 1920, n. 1286, per le derivazioni ed utilizzazioni d'acque pubbliche, i quali contengono anche disposizioni concernenti le linee elettriche e le dichiarazioni di pubblica utilità delle relative opere;

Visto il R. Decreto Legge 3 maggio 1920, n. 597, concernente le applicazioni della trazione elettrica sulle linee ferroviarie esercitate dallo Stato, e che ha istituito una seconda sezione del Consiglio Superiore delle Acque cui è tra l'altro, deferito l'incarico di dar parere su gli altri affari riguardanti il disciplinamento della produzione dell'energia elettrica;

Ritenuta l'opportunità di appositi studi perchè sia regolata organicamente e nei riguardi giuridici, amministrativi e tecnici tutta la complessa materia della servitù di elettrodotto, della costruzione e dell'esercizio delle linee di trasmissione e di collegamento dell'energia elettrica comunque prodotta;

Ritenuta l'opportunità di esaminare anche se occorre disciplinare la distribuzione dell'energia elettrica col sistema della concessione e con altre forme, all'intento di convenientemente soddisfare gli interessi generali;

Considerato che siffatti studi potranno essere adeguatamente compiuti da apposita Commissione scelta tra i componenti della 1a e della 2a Sezione del Consiglio Superiore delle Acque, delle quali fanno parte funzionari delle varie Amministrazioni governative, tecnici specialisti anche estranei all'Amministrazione e rappresentanti delle associazioni tecniche ed industriali interessati,

DECRETA:

Per gli studi e per la elaborazione di concrete proposte in forma di disegno di legge, relativamente all'accennata materia delle linee elettriche, è nominata la seguente Commissione:

On. Senatore Prof. Gr. Uff. Orso Mario Corbino, Presidente del Consiglio Superiore delle Acque — *Presidente* — Gr. Uff. Avv. Domenico Barone, Consigliere di Stato — Gr. Uff. Ing. Luigi Belloc, Ispettore Sup. della Industria — Comm. Avv. Carlo Petrocchi, Direttore Capo dell'Ufficio Speciale Acque Pubbliche — Comm. Avv. Terenzio Sacchi Lodispoto, Vice Direttore Capo dell'Ufficio Speciale Acque Pubbliche — Ing. Alfredo Donati, Capo dell'Unità Elettrificazione delle Ferrovie dello Stato — Comm. Ing. Michelangelo Novi, Capo Divisione Ferrovie Stato — Comm. Ing. Giovanni Di Pirro, Direttore dell'Istituto Superiore postale e telegrafico — Comm. Prof. Ferdinando Lori, Ordinario di elettrotecnica nella R. Università di Padova — Comm. Ing. Elvio Soleri, del R. Politecnico di Torino — Comm. Prof. Lorenzo Ferraris, Presidente generale dell'Associazione Elettrotecnica Italiana — Cav. Uff. Domenico Ing. Civita, Direttore dell'Associazione Esercenti Imprese Elettriche, *Membri*.

Coadiuveranno la Commissione, con funzioni di Segretari i signori: Cav. Ing. Carlo Bonomi Segretario Capo tecnico del Consiglio Superiore delle Acque, 1a Sezione — Cav. Ing. Ettore Peretti, Ingegnere Capo FF. SS. addetto all'Ufficio Elettrificazione — Cav. Uff. Avv. Alfredo Alamo, Primo Segretario nel Ministero dei Lavori Pubblici.

:: LIBRI E PUBBLICAZIONI ::

Ing. P. Oppizzi. — « Trazione Elettrica su ferrovie e tramvie ». (Edizione Hoepli, Milano 1921 — L. 32).

Libri sulla trazione elettrica ve ne sono molti (dei quali pochissimi in italiano) ma di questi ben piccolo numero portano un reale contributo alla scienza della trazione e danno un punto di appoggio utile a chi dei problemi di trazione si deve occupare. Molto maggior copia di dati e di informazioni si hanno dai giornali tecnici e dalle riviste, ciò che è del resto giustificato dallo stato attuale della trazione elettrica che è ancora in pieno sviluppo e che è ben lungi dall'essere arrivata allo stadio di perfezione che già da lungo tempo è stato raggiunto dalla trazione a vapore. Ne segue che anche i migliori libri sulla trazione elettrica sono influenzati dalla necessità di ricorrere alle sole fonti esistenti, i giornali tecnici, e fatalmente arrivano in ritardo, poichè al loro apparire lo stato della quistione, in continua e rapida evoluzione, è già diverso da quello che era al momento della loro compilazione.

Ad ingrossare la falange dei volumi scritti sull'argomento è venuto ora il Manuale Oppizzi che, nell'intenzione dell'Autore, doveva essere non altro che un semplice lavoro di compilazione, eseguito, come si è detto sopra, succhiando qua e là dalle riviste e dai giornali quelle notizie che più potevano interessare. Sotto tal punto di vista e non per le notizie che riporta, il volume può forse essere utile a chi trova opportuno servirsi di un repertorio che gli dia mezzo di trovare la fonte di qualche notizia che lo interessa.

A parte ciò, notiamo solamente la grande quantità di errori di stampa che danno origine a periodi e pagine addirittura indecifrabili. Valgano a titolo d'esempio i seguenti periodi che riproduciamo testualmente da pag. 35.

« *Motori sincroni*. In questi la corrente alternata alimentante, « viene immessa nell'indotto mentre l'induttore è eccitato o riceve « corrente continua, hanno entrambi lo stesso numero di poli, « sono sostanzialmente alternatori funzionanti da motori; hanno « un commutatore *a repulsione*, tendono a ridurre l'autoinduzione « con un campo trasversale; la corrente alimentatrice entra nel« l'indotto primario, oppure nel rotore, mentre lo statore è in « corto circuito; se *ad induzione* l'indotto primario ha un avvol« gimento unico, in cui entra la corrente di alimentazione monofa« sica di linea; l'indotto deve avere un numero di conduttori che « sia primo con quello dei conduttori primario. Il motore non « può funzionare che in concordanza di velocità coll'alternatore. « Se la macchina è polifase la corrente circolante nell'indotto « proveniente dalla linea, vi crea un campo magnetico rotante, « il quale trascina seco attraendoli i poli dell'induttore se mo« bile; ma se l'indotto è mobile, questo ruoterà in modo che il « suo campo ruotante resti fisso, coi poli di fronte a quelli di « nome opposto dell'induttore fermo. Nel caso di macchine mo« nofasi, la rotazione si effettua in modo che i poli del cam« po a corrente continua, si trovino sempre sotto l'azione dei « poli a corrente alternata, di opposta polarità istantanea. Que« sti motori trovano utile impiego nel trasmettere energia a di« stanza ad alta tensione da una officina produttrice posta in lo« calità opportuna alle sottostazioni di una rete tramviaria ur« bana o simile; oppure nelle sottostazioni ricevendo la corrente « alternata comandando generatrici a corrente continua, accop« piandosi direttamente costituendo gruppo; si trovano pure sulle « automotrici o locomotori di linee secondarie; le variazioni di « velocità si ottengono abbastanza facilmente, modificando op« portunamente la tensione regnante sulla dinamo generatrice; « questi motori debbono essere avviati alla velocità di funziona« mento ».

Le informazioni poi a cui l'A. ha attinto sono di antica data così che ad es. nel volume non si parla affatto di tutti i progressi compiuti dal 1913 ad oggi in tutti i campi della trazione elettrica.

Quanto alla parte calcolazioni e diagrammi alla quale l'A. ha dato notevole sviluppo, ci si consenta di non essere d'accordo sul modo di riprodurre diagrammi con ascisse e ordinate in misure non decimali e con scritte in lingue straniere.

Associazione Elettrotecnica Italiana

Eretta in Ente morale il 3 Febbraio 1910

Le elezioni generali e la nuova Presidenza.

Il Presidente generale uscente di carica, Prof. L. Ferraris, ha diramato ai consoci la seguente lettera:

Egregio Collega,

Mi pregio comunicare i risultati dello scrutinio delle votazioni per referendum.

I) — *Modificazioni allo Statuto.*

Votanti 758 — Schede bianche 17 — schede nulle 5

	Art.	si	no
Modificazioni all'Art.	6	721	10
» »	9	645	60
» »	10	697	26
» »	12	703	20
» »	13	692	23
» »	14	693	18
» »	19	695	17

Tutte le modificazioni allo Statuto, avendo riportato la maggioranza prescritta dall'Art. 27 del vigente Statuto sono approvate.

II) — *Elezioni per le cariche sociali.*

Votanti 979 — schede bianche 12 — schede nulle 4

Carica	Eletto	Voti
Presidente Generale	Ing. Ulisse Del Buono	voti 925
Vice Presidente Generale	Ing. Giuseppe Cenzato	» 828
» » »	Ing. Gino Rebora	» 821
Segretario Generale	Ing. Angelo Bianchi	» 862
Segretario della Presid.	Ing. Mario Mortara	» 809
Vice Segretario Generale	Ing. Paolo Peduzzi	» 810
Cassiere	Ing. Piero Ferrerio	» 815

La nuova Presidenza, tenuto conto che il Presidente Generale antecedente diviene di diritto Vice Presidente Generale, sarà costituita come segue:

Carica	Nome
Presidente Generale	Ing. Ulisse Del Buono
Vice Presidente Generale	Ing. Giuseppe Cenzato
» » »	Ing. Gino Rebora
» » »	Ing. Lorenzo Ferraris
Segretario Generale	Ing. Angelo Bianchi
Segretario della Presid.	Ing. Mario Mortara
Vice Segretario Generale	Ing. Paolo Peduzzi
Cassiere	Ing. Piero Ferrerio

Prendendo congedo dai Soci l'attuale Presidenza ringrazia tutti i Soci dell'aiuto e della collaborazione che nel passato triennio essi hanno dato alla sua opera. In tale intimo accordo fra Soci e Presidenza sta la forza maggiore della nostra Associazione; tale accordo la cessata Presidenza augura ai nuovi eletti abbia sempre a perdurare non solo per il continuo progresso dell'A. E. I. ma ancora per l'opera che essa deve continuare ad esercitare per il continuo progresso tecnico ed industriale della Nazione.

Ai Soci il nostro cordiale saluto, alla nuova Presidenza l'augurio vivissimo.

Il Presidente Generale (uscente)
L. Ferraris

★

A complemento delle notizie surriferite, possiamo dire, per i cultori di statistica che il numero delle buste complessivamente pervenute all'Ufficio centrale fu di 994 su 3176 iscritti con una percentuale quindi del 31,3%. Solo 4 buste erano irregolari e dovettero essere annullate. Ma poichè non tutti i votanti avevano partecipato ad entrambe le votazioni (taluni avevano votato o solo per il referendum o solo per le elezioni) il numero dei votanti effettivi risultò rispettivamente di 758 e di 979 come sopra è detto.

Ricordiamo che nelle elezioni del 1918 si ebbero 653 votanti pari al 29% degli iscritti, nel 1915, 507 (31,2%); 362 nel 1912 (26,7%); 386 nel 1909 (32,9%) e, per non risalire più indietro, 404 votanti (35,6%) nel 1906.

★

A Milano, il giorno 4, appena noto l'esito delle elezioni, un piccolo gruppo di soci si riunirono a colazione al Ristorante della Borsa, presenti il Prof. Ferraris e l'Ing. Del Buono. L'Ing. Rebora, quale presidente della Sezione di Milano portò il saluto agli ospiti augurando che il nuovo Presidente Generale potesse seguire le nobili traccie di suoi predecessori. Il Prof. Ferraris con-

segnando al Del Buono il distintivo d'oro del Presidente Generale, espresse il voto che potesse essere sempre mantenuta in avvenire l'intima collaborazione fra Soci e Presidenza a cui essenzialmente è da attribuirsi il progresso dell'A. E. I. L'Ing. Semenza accennò alle gravi questioni che si delineano sull'orizzonte, in relazione ad eventuali riforme della legislazione sugli impianti elettrici. L'Ing. Del Buono rispose ringraziando presenti ed assenti di averlo voluto chiamare alla massima carica sociale, ed esprimendo la fiducia di poter sempre contare sull'appoggio e sulla collaborazione dei più autorevoli consoci per poter guidare l'A. E. I. attraverso le gravi difficoltà dell'ora presente.

★

MODIFICAZIONI ALLO STATUTO

Approvate col referendum del 20 Gennaio 1921.

Riproduciamo qui il testo degli articoli modificati quali furono approvati col recente referendum:

Art. 6. — . . . .

Possono essere soci vitalizi quei soci individuali e soci perpetui quei soci collettivi che ne facciano domanda ad una Sezione uniformandosi alle prescrizioni dell'art. 10.

. . . .

Art. 9. — . . . .

Ogni Sezione verserà alla Cassa della Sede Centrale L. 35 annue per ogni socio individuale effettivo e L. 70 annue per ogni socio collettivo.

. . . .

Art. 10. — I soci vitalizi (individuali) pagheranno una volta tanto alla Sede Centrale una somma di almeno L. 2000. I soci perpetui (collettivi) verseranno una volta tanto alla Sede Centrale una somma di almeno L. 5000.

Tali soci non sono tenuti ad altro contributo.

Per ogni socio collettivo vitalizio o perpetuo la Sede Centrale corrisponderà alla Sezione alla quale il socio appartiene l'importo del contributo annuale spettante alla Sezione per un socio individuale o rispettivamente collettivo dedotta la quota che la Sezione deve versare per ogni socio individuale o rispettivamente collettivo alla Cassa Centrale.

Il socio vitalizio o perpetuo potrà passare dalla propria Sezione ad un'altra; in tal caso il versamento annuale di cui sopra verrà fatto dalla Sede Centrale alla nuova Sezione; in caso di scioglimento di una Sezione il socio verrà iscritto ad altra Sezione.

In caso di morte o dimissioni del socio vitalizio o di cessazione o dimissioni del socio perpetuo verrà sospeso il versamento alla Sezione e nulla più spetterà alla Sezione stessa.

Le quote dei soci vitalizi o perpetui costituiranno un fondo intangibile della Sede Centrale che potrà goderne soltanto i frutti.

Art. 12. — L'Associazione è retta ed amministrata da un Consiglio generale composto da:

un presidente generale;
tre vice-presidenti generali;
un segretario generale;
un segretario della Presidenza;
un vice-segretario generale;
un cassiere;
i presidenti delle Sezioni;
i consiglieri eletti nelle singole Sezioni a far parte del Consiglio generale a mente dell'art. 13.

Art. 13. — Il Presidente generale e due Vice-presidenti generali, il Cassiere, il Segretario generale, il Segretario della Presidenza *ed il Vice-segretario generale* sono nominati complessivamente e contemporaneamente con votazione generale di tutti i soci che ne hanno diritto. Il terzo Vice-presidente generale sarà il Presidente generale precedente.

. . . .

Il Presidente, i Vice-presidenti, il Cassiere, il Segretario generale, il Segretario della Presidenza *ed il Vice-Segretario generale* durano in carica tre anni e, fatta eccezione del Segretario generale, *e del Vice-segretario generale*, non sono immediatamente rieleggibili alla medesima carica. Essi costituiscono la Presidenza dell'Associazione.

Il Segretario generale, il Cassiere *e il Vice-Segretario generale* saranno eletti fra i soci residenti nella città ove ha sede l'Ufficio Centrale.

. . . .

Le cariche del Consiglio generale non sono retribuite ad eccezione di quella del Segretario generale il quale potrà anche assumere le mansioni e le competenze del Direttore dell'Ufficio Centrale, *e di quella del Vice-segretario generale che potrà assumere mansioni e competenze nell'Ufficio Centrale (vedi art. 15 f).*

Art. 14. — Il Consiglio generale sarà convocato dalla Presidenza almeno una volta all'anno.

Il Consiglio generale sarà presieduto dal Presidente generale dell'Associazione od in sua vece da uno dei Vice-presidenti generali ed in difetto da un Consigliere nominato dal Consiglio e fungerà da segretario il Segretario generale od in sua vece il Segretario della Presidenza, *o il Vice-segretario generale* od in difetto un Consigliere nominato dal Presidente. Farà fede delle deliberazioni del Consiglio il libro delle deliberazioni firmato dal Presidente e dal Segretario della seduta.

. . . .

Art. 19. — L'assemblea generale sarà presieduta dal Presidente generale dell'Associazione, od in sua vece da uno dei Vice-presidenti generali, ed in difetto, da un socio designato dall'Assemblea e fungeranno da segretario il Segretario generale od il Segretario della Presidenza, *od il Vice-segretario generale* o in loro assenza un socio nominato dal Presidente dell'Assemblea. Il Presidente nominerà due scrutatori scelti fra i soci presenti. Farà fede delle deliberazioni dell'Assemblea il libro delle deliberazioni firmate dal Presidente e dal Segretario della seduta.

★ ★

Notizie delle Sezioni

SEZIONE DI MILANO

La mattina del 6 corrente oltre un centinaio di consoci convennero a Sesto per visitare la Stazione ricevitrice della *Soc. Idroelettrica Piemontese Lombarda E. Breda;* la Società che si è di recente costituita e che ha rilevato gli impianti costruiti dalla Soc. Breda in Valle Lys. La cabina, prevista per una potenza di oltre 40 000 kW, riceve a 65 kV, 42 periodi, l'energia proveniente dalla Centrale di Pont S.t Martin — a 123 km da Sesto — e la trasforma a 13 000 Volt per alimentare tutta la rete di cavi dei contigui stabilimenti Breda.

I visitatori, capitanati dal Presidente Ing. Rebora, furono ricevuti dall'Ing. Roncaldier, Consigliere delegato della Società, dall'Ing. Barbagelata, Consulente, e dall'Ing. Dalla Verde, che furono loro di guida nella minuziosa visita, completando le notizie che, assai opportunamente, la presidenza aveva fatto distribuire in precedenza con un foglietto litografato.

Per il trasporto dei gitanti da Milano a Sesto e ritorno la Edison aveva messo gentilmente a disposizione due vetture speciali del tram di Cinisello, e le S. G. I. T. A. un elegante omnibus ad accumulatori capace di una ventina di persone.

★ ★

COMITATO ELETTROTECNICO ITALIANO.

Si è riunito, per la prima volta dopo la parziale rinnovazione triennale, a Milano il giorno 4 corrente, sotto la Presidenza dell'Ing. Semenza. Erano presenti Barbagelata, Belluzzo, Catenacci, Carcano, Ceradini pel Ministero della Marina, Del Buono, Errera per le FF. SS., Ferraris, Mengarini, Montù pel Ministero dell'Industria, Morelli, Norsa, Rebora, Vallauri e Vannotti. Riconfermata l'attuale presidenza, assumendo l'Ing. Del Buono la carica di vice presidente che compete di diritto al presidente generale dell'A. E. I., il Comitato risultò oggi così composto:

Presidente: *Semenza Ing. G.* — Vice Presidenti: *Del Buono Ing. U., Grassi Prof. G., Lombardi Prof. L.* — Segretario: *Barbagelata Prof. A.* — Membri: *Allievi, Arcioni, Belluzzo, Carcano, Catenacci, Clerici C., Corbino, Dina, Ferraris, Lori, Mengarini, Morelli, Norsa, Rebora, Vallauri R., Vannotti*, e, in rappresentanza dei Ministeri e delle Amministrazioni pubbliche: *Bardeloni* (Guerra), *Bordoni* (LL. PP.), *Ceradini* (Marina), *Di Pirro* (P. e T.), *Errera* (FF. SS.) e *Montù* (Industria).

I sottocomitati furono così ricomposti:

A) — (Nomenclatura e simboli) *Ascoli*, presidente, *Barbagelata, Bardeloni, Bordoni, Catenacci, Corbino, Dina, Di Pirro, Grassi, Lombardi, Montù, Semenza, Vallauri* e *Vannotti*.

B) — (Macchine) *Morelli* presidente, *Barbagelata, Belluzzo, Catenacci, Ceradini, Errera, Ferraris, Lori, Rebora, Semenza* e *Vannotti*.

C) — (Varie) *Del Buono* presidente; *Arcioni, Barbagelata, Carcano, Catenacci, Clerici, Norsa, Rebora, Semenza, Vallauri* e *Vannotti*.

La seduta fu interamente dedicata all'esposizione ed alla discussione del vasto programma di lavoro: nuova edizione delle norme per le macchine in relazione alle Norme internazionali sanzionate nell'ultima riunione di Bruxelles (Vedasi a pag. 323, 25 Giugno 1920), preparazione delle norme per le macchine speciali, per gli isolatori, per gli strumenti di misura: esame delle proposte dei comitati esteri, simboli e segni grafici, normalizzazione delle prove sui materiali magnetici ed isolanti etc., etc. Si è stabilito che i sottocomitati saranno riuniti prossimamente per iniziare senz'altro i lavori. Fu anche deciso di dare sempre ampia relazione — a mezzo dell'*Elettrotecnica* — dei lavori del Comitato, e di conseguenza, pubblicheremo nei prossimi numeri le relazioni dei delegati italiani alle ultime riunioni internazionali.

VOL. VIII (XXV degli Atti) 25 Febbraio 1921 N. 6

L'ELETTROTECNICA

GIORNALE ED ATTI DELLA

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

REDAZIONE ED AMMINISTRAZIONE: VIA SAN PAOLO, 10 - MILANO - TELEFONO N. 20-86

REDATTORE CAPO: A. BARBAGELATA - REDATTORI U. BORDONI - M. SEMENZA - G. VALLAURI

È GRADITA LA COLLABORAZIONE DEI LETTORI - GLI ARTICOLI DI INTERESSE GENERALE ACCETTATI DALLA REDAZIONE SONO COMPENSATI

I MANOSCRITTI NON SI RESTITUISCONO

Sulla teoria del colpo d'ariete.

Gli studî sulla teoria del colpo d'ariete continuano ad interessare gli specialisti italiani, che, capitanati dall'Allievi, mantengono sempre alto il primato italiano nel campo dell'idraulica. L'Ing. FOSSA MANCINI ha presentato nell'ultimo congresso di Roma un notevole lavoro analitico sull'argomento, che pubblichiamo in questo fascicolo. L'A. sostanzialmente pone in rilievo l'importanza che, sul fenomeno del colpo d'ariete, ha la legge di variazione della velocità dell'acqua nella condotta, ossia la legge con cui si opera la chiusura dell'otturatore della turbina, che in generale si ammette avvenga con velocità uniforme in un tempo determinato. Tale influenza della legge di variazione della velocità dell'acqua è praticamente e qualitativamente nota a quanti sono vissuti nelle Centrali a grandi cadute, e l'A. ricorda come, nel caso limite in cui si supponga la tubazione del tutto anelastica e l'acqua assolutamente incompressibile, le sovrapressioni risultino rigorosamente proporzionali alle derivate delle velocità rispetto al tempo. Ora, poichè la chiusura lineare dell'otturatore in pratica non si verifica quasi mai, l'A. ritiene preferibile di scegliere arbitrariamente, in base ai risultati dell'esperienza, la legge di variazione della velocità e giunge a riconfermare una antica formula, dedotta con procedimento meno razionale dal Michaud nel 1878, secondo la quale la sovrapressione massima è indipendente dalla durata complessiva del periodo di chiusura, finchè esso è più breve del tempo necessario all'onda di pressione per propagarsi dall'otturatore alla camera di carico e ritornare all'otturatore; mentre, per durate di chiusura maggiori, il valore della sovrapressione massima decresce con legge iperbolica coll'aumentare della durata stessa. L'A. pone poi a confronto i risultati di tale formula con quelli di numerose esperienze desunte dalla letteratura tecnica in argomento, e conclude che essa formula soddisfa assai bene alle esigenze della pratica e dovrebbe perciò essere sostituita a quelle più comunemente in uso.

Dato l'argomento specializzato non possiamo certo sperare che una vera discussione possa seguire allo studio del Fossa Mancini; ma sarebbe senza dubbio da augurarsi che qualche nostro collega particolarmente competente, volesse esprimere il suo giudizio su una questione che ha così notevole importanza per i nostri impianti idroelettrici.

Lo stato presente dell'illuminazione elettrica.

Nella lunga lotta fra il gas e la luce elettrica — che, iniziatasi nel 1881 con le prime lampadine ad incandescenza a filamento di carbone, dovute all'Edison, annovera fra le sue principali vicende la successiva comparsa della reticella Auer, delle lampadine a filamento metallico, del gas compresso, e delle lampade ad azoto, — la crisi mondiale della guerra ha dato partita vinta all'energia elettrica, almeno nel nostro paese. Il rincaro vertiginoso del carbone ha quasi ucciso l'industria del gas lasciando senza concorrenti le lampadine ad incandescenza che, anche di fronte alle consorelle lampade ad arco, trovarono una formidabile alleata nell'accresciuta difficoltà di rifornimento degli elettrodi di carbone. Questo singolare stato di cose non ha certo giovato, intrinsecamente, alla lampada ad incandescenza che, non solo non ha più fatto progressi, ma è mediamente e sensibilmente peggiorata in confronto della produzione di anteguerra. Sotto questo punto di vista sarebbe certo da augurarsi una ripresa della concorrenza fra i varî sistemi di illuminazione, di cui per ora non si vede alcun indizio.

L'Ing. PERI, uno dei pochi che si occupano da noi con particolare interesse dei problemi dell'illuminazione, riassume appunto oggi la situazione dell'illuminazione elettrica in Italia con particolare riferimento all'illuminazione pubblica.

LA REDAZIONE.

STUDIO TEORICO-SPERIMENTALE DEL COLPO D'ARIETE

Ing. CARLO FOSSA MANCINI.

Comunicazione alla XXV Riunione dell'A. E. I.
Roma, novembre 1920

§ 1. — E' comparso in questi ultimi tempi un libro molto interessante sul colpo d'ariete, redatto dal Prof. Camichel e dagli Ingegneri Eydoux e Gariel (¹).

Quest'opera grandiosa che contiene oltre 3000 esperienze, alcune delle quali esposte con una ricchezza di particolari veramente straordinaria, getta una luce notevole su molte questioni sino ad ora rimaste oscure, ed apre la via alla soluzione del problema che massimamente interessa la pratica, quale è quello di trovare una formola razionale semplice e sufficientemente approssimata per mezzo della quale si possa calcolare la sovrapressione massima che si produce sulla conduttura immediatamente a monte dell'otturatore, quando questo viene chiuso con una manovra più o meno rapida.

Non occorre insistere sull'importanza di questa ricerca, basta soltanto rammentare che nei Manuali per gli Ingegneri più comunemente usati, o la questione non è affatto trattata, ovvero viene riportata, come è stato fatto nell'ultima edizione del Colombo e dello Zeni, la formola dell'Allievi quale essa si trova nella sua prima Memoria sul moto perturbato dell'acqua nei tubi in pressione e, comparsa nel 1902.

Questa formola, che l'Autore stesso non ha più riprodotto nei suoi lavori successivi, non rappresenta bene il fenomeno al quale si riferisce e perciò deve essere rimpiazzata da un'altra, che meglio corrisponda alle cognizioni teorico-pratiche che presentemente si hanno sull'argomento (²).

§ 2. — Cominciamo col riepilogare le formole di cui dovremo far uso, ritenendo naturalmente che esse siano già note ai lettori che si occupano della materia.

Siano:

L la lunghezza totale dalla conduttura dall'otturatore alla camera di carico, espressa in metri; H la pressione statica all'otturatore, espressa in colonna d'acqua. Quando, come noi intendiamo di fare, si considerino soltanto quei casi nei quali si può fare astrazione dalle resistenze di attrito, questa pressione si identifica alla pressione di regime che si ha nella conduttura all'origine della chiusura.

y la pressione al tempo t. (Per origine dei tempi si prende l'origine della chiusura).

ξ la sovrapressione prodotta dal colpo d'ariete.

Per quanto si è detto risulta:

$y = H + \xi$ dove H è costante e ξ funzione del tempo;

v_0 la velocità media dell'acqua per $t = 0$;

v la velocità media dell'acqua al tempo t;

a la velocità di propagazione dell'onda data dalla formola

$$a = \frac{1}{\sqrt{\frac{\omega}{g\,\varepsilon} + \frac{\omega\,D}{g\,E\,e}}} \qquad (0)$$

Nella quale ρ è il peso specifico dell'acqua.

ε il coefficiente di compressibilità della stessa;

D il diametro della conduttura;

(¹) « Étude théorique et expérimentale des coups de bélier » par M. M. Charles Camichel, Denis Eydoux, et Maurice Gariel. - Paris - H. Dunod e E. Pinat, Editeurs, 1919.

(²) Vedi la mia « Nota sulla teoria del colpo d'ariete » - *Nuovo Cimento*, Serie XI, Vol. XIV, pag. 143-184 - Fascicoli di ottobre 1917.

E il modulo di elasticità della materia di cui è composto il tubo;

e lo spessore del tubo;

g il valore della gravità.

L'integrazione delle equazioni differenziali, che rappresentano il fenomeno ondulatorio prodotto dall'elasticità delle pareti e dalla compressibilità del liquido, ci fornisce, per la sezione del tubo immediatamente a monte dell'otturatore, le note relazioni:

$$v = v_0 - \frac{g}{a}\left[F'(t) + F''(t)\right] \tag{1}$$

$$y = H + F'(t) - F''(t) \tag{2}$$

nelle quali F' ed F'' sono due funzioni indeterminate del tempo.

Nella prima fase, o fase di colpo semplice F'' è nulla ed eliminando fra le (1) e (2) la F' si ottiene

$$v = v_0 - \frac{g}{a}(y + H) \tag{3}$$

Nell'intento di semplificare i calcoli e rendere minimo il numero delle grandezze che figurano nelle formole diciamo

$u = \frac{v}{v_0}$ il rapporto tra la velocità attuale e la velocità all'inizio della chiusura.

$\eta = \frac{\xi}{H}$ il rapporto tra la sovrapressione e il carico statico e poniamo

$$\rho = \frac{a\, v_0}{g\, H}$$

Tenendo conto di queste notazioni e di quelle riportate in antecedenza la (3) prende la forma

$$u = 1 - \frac{\eta}{\rho} \tag{4}$$

§ 3. — Consideriamo ora l'uscita dell'acqua dall'orificio dell'otturatore sotto il carico y. Dicendo w la velocità di efflusso pel teorema di Torricelli abbiamo

$$w = \sqrt{2\, g\, y} = \sqrt{2\, g\,(H + \xi)} \tag{5}$$

All'origine della chiusura la sovrapressione ξ è nulla, quindi

$$w_0 = \sqrt{2\, g\, H}$$

Essendo S la sezione del tubo ed ω la luce dell'orificio di efflusso pel principio di continuità

$$S\, v = \omega\, W$$

Dalla quale deduciamo

$$\frac{v}{w} = \frac{\omega}{S} = \psi \tag{6}$$

Il rapporto ψ è il grado di chiusura dell'otturatore.

Nelle manovre ordinarie, questa grandezza varia da un valore massimo corrispondente all'inizio della chiusura ed eguale a

$$\psi_0 = \frac{v_0}{w_0} = \frac{v_0}{\sqrt{2\, g\, H}}$$

ad un valore nullo corrispondente al termine della chiusura.

Per maggiore semplificazione nell'espressione delle formole poniamo

$$\varphi = \frac{\psi}{\psi_0}$$

indichiamo cioè con φ il rapporto tra il grado di chiusura all'istante generico t, ed il grado di chiusura all'inizio della manovra.

Ciò posto, effettuando le debite sostituzioni la (5) diventa

$$u = \varphi\sqrt{1 + \eta} \tag{7}$$

Combinando questa equazione con la (4) e risolvendo relativamente alla η si ottiene

$$\eta = \rho + z - \sqrt{z\,(1 + \rho)\, z + z^2} \tag{8}$$

dove

$$z = \frac{\rho^2\, \psi^2}{2}$$

§ 4. — Nel caso in cui la sovrapressione ξ sia piccola di fronte al carico statico H, le predette formole possono essere notevolmente semplificate. Difatti se $\eta = \frac{\xi}{H}$ è piccolo di fronte all'unità possiamo con sufficiente approssimazione ritenere

$$(1 + \eta)^{\frac{1}{2}} = 1 + \frac{\eta}{2}$$

Per tale semplificazione la (7) diventa

$$u = \varphi\left(1 + \frac{\eta}{2}\right) \tag{9}$$

Combinandola con la (4) si ottiene

$$\eta = 2\,\frac{\rho - \rho\,\varphi}{2 + \rho\,\varphi} = 2\,\frac{\rho - \sqrt{2\,z}}{2 + \sqrt{2\,z}} \tag{10}$$

Chiameremo le espressioni semplificate (9) e (10) col nome di formole dello Sparre, riserbando il nome di formole dell'Allievi alle espressioni esatte date dalle (7) ed (8).

§ 5. — Per passare da queste formole, che si riferiscono alla prima fase, alle formole riguardanti le altre fasi basta generalizzare nella (8) e (10) il valore di ρ ponendolo eguale a k, tanto che queste formole divengono

$$\eta = k + z - \sqrt{2\,(1 + k)\, z + z^2} \tag{8'}$$

$$\eta = 2\,\frac{k - \sqrt{2\,z}}{2 + \sqrt{2\,z}} = 2\,\frac{k - \rho\,\varphi}{2 + \rho\,\varphi} \tag{10'}$$

Il valore di k varia secondo la fase che si considera.

(11)

Per la 1ª fase si ha $k_1 = \rho$

2ª . . . . . . $k_2 = \rho - 2\,\eta_1$

3ª . . . . . . $k_3 = \rho - 2\,(\eta_1 + \eta_2)$

. . . .

nª . . . . . . $k_n = \rho - 2\,(\eta_1 + \eta_2 + \ldots\, \eta_{n-1})$

dove $\eta_1, u_2 \ldots \eta_{n-1}$ sono le η corrispondenti alle diverse fasi.

Queste formole permettono di calcolare i valori della sovrapressione in tutte le fasi successive.

Si comincia con la 1ª fase. Supposto noto il valore della ρ, si assegnano alla φ un certo numero di valori compresi tra φ e φ_1, dove φ_1 è la φ corrispondente alla fine della prima fase e per ciascuno di essi si calcolano i corrispondenti valori delle η per mezzo della (8) o della (10). Questi valori vengono contrassegnati coll'indice 1. Si passa poi alla 2ª fase che si calcolerà con le formole generali (8') o (10'). In queste formole la k viene data dalla 2ª delle (11) in funzione di costanti note e delle η della prima fase trovate in antecedenza. I valori delle η corrispondenti alla 2ª fase vengono contrassegnati coll'indice 2.

Per calcolare la sovrapressione nelle fasi susseguenti, si procede in modo del tutto analogo, e così si giunge alla fine della chiusura per la quale $t = T$ (indicando T la durata della manovra) e $\varphi = 0$.

Avvenuta la chiusura si ha costantemente $\varphi = 0$, $z = 0$ e le formole (8') e (10') diventano

$$\eta = k$$

ossia

$$\eta_n = \rho - 2\,(\eta_1 + \eta_2 + \ldots\, \eta_{n-1})$$

$$\eta_{n+1} = \rho - 2\,(\eta_1 + \eta_2 \ldots\, \eta_n)$$

dalle quali si deduce

$$\eta_{n+1} = -\,\eta_n$$

Donde concludiamo che dopo un certo tempo, a partire dal termine della chiusura, la variazione della sovrapressione diventa periodica.

§ 6. — Per eseguire il procedimento ora indicato occorre generalmente conoscere la φ in funzione del tempo, ossia in altri termini occorre conoscere la legge di manovra dell'otturatore.

Se però, come ha fatto il Camichel, ci limitiamo ad un lavoro di controllo, a costatare cioè come la teoria si accordi con l'esperienza, si può fare a meno di una tale conoscenza quando si abbia l'avvertenza di trarre dall'esperienza stessa i dati occorrenti.

A questo fine unitamente al manometro registratore, che fornisce ad ogni istante il valore della pressione a monte dell'otturatore, si applica un apparecchio di misura (ordinariamente un Venturi) che dà ad ogni istante il valore della portata dalla quale, dividendo per l'area della sezione della tubatura, si ottiene la velocità.

La conoscenza della velocità in funzione del tempo semplifica di molto il problema.

Essendo noto il moto dell'acqua nella tubatura non occorre più ricorrere al teorema di Torricelli. Le due equazioni fondamentali (1) e (2), che rappresentano il fenomeno oscillatorio bastano alla sua soluzione. La (4), che da queste si deduce, ci dà immediatamente la sovrapressione in funzione della velocità per mezzo dell'espressione semplicissima

$$\eta = \rho\,(1 - u) \tag{12}$$

che vale per la 1ª fase; per le fasi successive, ossia in generale, si ha

$$\eta = k\,(1 - u) \tag{13}$$

nella quale i valori di k sono quelli indicati nel § 5.

Il Camichel non si avvede di tale semplificazione, egli parte dalla formola dell'Allievi (o dall'analoga dello Sparre) nella quale sostituisce il valore della

$$\varphi = \frac{u}{\sqrt{1 + \eta}} = \frac{v_0}{v}\sqrt{\frac{1}{1 + \frac{\xi}{H}}}$$

dedotto dalla (7).

Così operando doveva di necessità tornare alla (12), egli invece, trascurando il rapporto η di fronte all'unità e ponendo

$$\varphi = u = \frac{v}{v_0}$$

ottiene una formola approssimata più complessa della formola esatta, tanto nel caso nel quale fa uso della formola dell'Allievi, tanto in quello in cui si serve della formola dello Sparre.

Malgrado queste inesattezze l'opera del Camichel non cessa di esserci utilissima perchè, con i suoi numerosissimi risultati sperimentali, ci permette di formarci un criterio sul valore pratico della teoria più sicuro e più preciso di quanto è stato fatto sino ad ora.

Le esperienze che più si addicono al raggiungimento di questo scopo sono quelle eseguite alle officine di Soulom sulla conduttura che utilizza la caduta del torrente di Cauterets.

§ 7. — Le caratteristiche di questa conduttura sono le seguenti:

Lunghezza totale $L = 536{,}36$ m.

Diametro interno medio $D = 0{,}810$

Sezione $S = 0{,}515$

Pressione statica al basso della conduttura $H = 252{,}50$.

La condotta è composta di 40 tronchi, lo spessore dei quali varia da 7 a 20 millimetri.

Nella parte orizzontale inferiore è intercalato un contatore d'acqua Venturi. Tale apparecchio, come fu costatato con misure dirette di volume, dà risultati molto esatti in quanto che gli errori non superano il 2%, ma siccome esso non è adatto alla misura di portate che variano molto rapidamente, si dovè ricorrere ad un registratore automatico delle posizioni dell'otturatore durante la manovra di chiusura. Questo apparecchio fu tarato, per mezzo del Venturi, di modo che nota la posizione dell'otturatore, si otteneva immediatamente da apposita Tabella e relativo Grafico il valore della portata corrispondente.

Determinazione della velocità media di propagazione dell'onda.

Tenuto conto che i vari tronchi di cui risulta la conduttura hanno spessori differenti, per ciascuno di essi fu trovata la relativa a

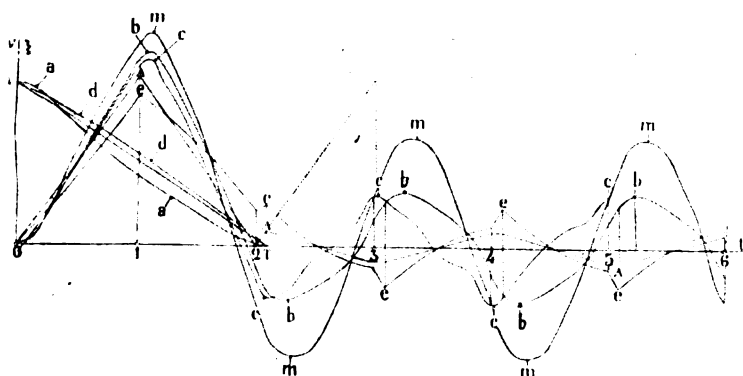



Fig. 1.

per mezzo della formola (0) del § 2. Detti $a, a_1 \dots a_n$ i valori di a relativi ai tronchi $l_1, l_2, \dots l_n$ i tempi impiegati dall'onda a percorrere ciascuno di essi sono rispettivamente

$$t_1 = \frac{l_1}{a_1} \ ; \ t_2 = \frac{l_2}{a_2} \ \dots \dots \ t_n = \frac{l_n}{a_n}$$

ed il tempo totale impiegato per la percorrenza dell'intera lunghezza

$$L = l_1 + l_2 + \dots l_n \quad \text{è}$$
$$T' = t_1 + t_2 + \dots t_n$$

Conseguentemente la velocità media di propagazione dell'onda risulta

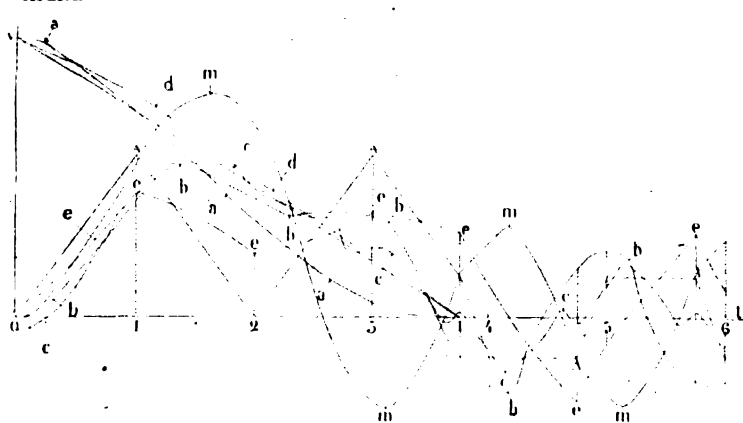



Fig. 2.

$$a = \frac{L}{T'}$$

nella quale sostituendo i dati numerici si ottiene

$$a = \frac{536{,}36}{0{,}5021} = 1068 \text{ m. sec.}$$

Il tempo T_0 impiegato dall'onda per andare dall'otturatore alla camera di carico e ritornare all'otturatore, per percorrere cioè la lunghezza $2\,L$ risulta

$$T_0 = \frac{2\,L}{a} = \frac{2 \times 306{,}36}{1068} = 1{,}0054$$

in cifra tonda $T_0 = 1$ (un secondo).

Fra le numerose esperienze che furono eseguite su questa conduttura ne scegliamo tre, e di queste ne diamo i risultati numerici nelle Tabelle I, II, III e le rappresentazione grafica nelle fig. (1), (2), (3).

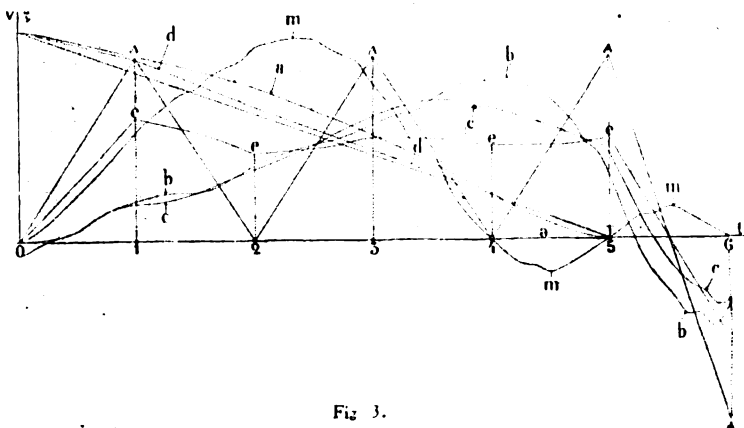



Fig. 3.

Le esperienze predette si differenziano fra loro per la portata iniziale e per la durata della chiusura.

I dati caratteristici della 1ª esperienza furono:

Portata iniziale litri 565 al 0", cui corrisponde

$$v_0 = \frac{0{,}565}{0{,}515} = 1{,}097 \qquad \rho = \frac{a\,v_0}{g\,H} = 0{,}4733$$

la durata della chiusura risultò

$$T = 2\,T_0 + \frac{1}{12}\,T_0 = 2'',083.$$

TABELLA I. $\theta = \dfrac{t}{T_0}$

θ	v_n	ξ_c	ζ_b	ζ_m	θ	φ	k	v_d	ξ_e
0.0000	1.097	0.00	0.00	0.00	0.000	1.0000	0.4733	1.097	0.000
0.0833	1.082	1.80	1.80	1.63	1.083	0.9602	0.4733	1.062	3.964
0.1667	1.039	4.25	5.70	6.31	0.1	0.9520	0.4733	1.055	4.621
0.2500	0.9845	12.00	10.70	12.25	0.2	0.9040	0.4733	1.010	9.469
0.5000	0.7923	29.00	28.90	33.17	0.3	0.8560	0.4733	0.9660	14.37
0.7500	0.6153	45.00	46.60	52.45	0.4	0.8080	0.4733	0.9205	19.34
1.0000	0.4660	61.25	63.30	68.70	0.5	0.7600	0.4733	0.8738	24.41
1.0833	0.4175	63.00	65.50	71.96	0.6	0.7120	0.4733	0.8261	29.59
1.1667	0.3747	58.65	62.80	70.34	0.7	0.6640	0.4733	0.7775	34.89
1.2500	0.3340	52.55	58.00	66.05	0.8	0.6160	0.4733	0.7280	40 25
1.5000	0.2019	33.85	37.70	43.34	0.9	0.5680	0.4733	0.6776	45.73
1.7500	0.0873	11.00	16.50	13.47	1.0	0.5200	0.4733	0.6261	51.36
2 0000	0.0096	-12.00	- 8.10	-17.72	1.083	0.4802	0.4419	0.5[illegible]61	48.91
2 0833	0.0000	-17.30	-15.10	-27.75	1.1	0.4720	0.4367	0.5659	48.65
2.1667		-16.65	-17.50	-33.79	1.2	0.4240	0.3983	0.5062	45.52
2.2500		-15.10	-17.90	-37.08	1.3	0.3760	0.3595	0.4459	42.22
2.5000		- 3.50	-13.70	-33.57	1.4	0.3290	0.3201	0.3866	38.71
2.7500		2.85	- 6.70	-12.29	1.5	0.2800	0.2799	0.3279	34.97
3.0000		17.25	9.10	17.51	1.6	0.2320	0.2389	0.2697	30.93
3.0833		15.85	15.10	27.75	1.7	0.1840	0.1969	0.2122	26 61
3.1667		13.25	17.50	33.79	1.8	0.1360	0.1545	0.1556	22 07
3.2500		11.00	17.90	37.08	1.9	0.0880	0.1111	0.0996	17.20
3.5000		0 00	13.70	33 57	2.0	0.0400	0.0665	0.0449	11.92
3.7500		- 6 50	6.70	12,29	2.083	0.0000	0.0545	0.0003	13.76
4.0000		-19.51	- 9.10	-17.51	2.1		0.0513		12.95
4.0833		-17.50	-15.10	-27.35	2.2		0.0377		9.519
4.1667		-13.50	-17.50	-33 79	2 3		0.0251		6.338
4.2500		- 8.50	-17 90	-37 08	2.4		0.0135		3.408
4.5000		2.15	-13.70	-33 57	2.5		0 0029		0.732
4 7500		8.35	- 6.70	-12.29	2.6		-0 0061		- 1.543
5.0000		17.25	9.10	17.51	2.7		-0.0136		- 3.434
					2.8		-0.0203		- 5.126
					2.9		-0.0251		- 6.338
					3 0		-0.0275		- 6.943
					3.033		-0 0545		-13.76
					3.1		-0 0513		-12 95
					3.2		-0 0377		- 9.519
					3.3		-0.0251		- 6.338
					3.4		-0.0135		- 3.408
					3.5		-0.0029		- 0.732
					3.6		0.0061		1.543
					3.7		0 0136		3.434
					3.8		0.0203		5.126
					3.9		0.0251		6.338
					4.0		0.0275		6.943

Nella 2ª esperienza

$$v_0 = \frac{0{,}980}{0{,}515} = 1.900$$

$$\rho = \frac{a\,v_0}{g\,H} = 0{,}8284$$

$$T = \left(3 + \frac{1}{2}\right) T_0 + \frac{1}{4}\,T_0 = 3'',75.$$

TABELLA II. $\theta = \frac{t}{T_0}$

θ	v_a	ξ_c	ξ_b	ξ_m	θ	φ	k	v_d	ξ_e
0.000	1.900	- 4.25	0.00	0.00	0.00	1.0000	0.8224	1.900	0.00
0.125	1.890	- 2.50	0.80	1.09	0.05	0.9867	0.8224	1.882	1.98
0.250	1.850	0.00	3.90	5.44	0.10	0 9733	0.8224	1.864	3.96
0.375	1.780	4.20	9.50	13.06	0.20	0.9467	0.8224	1.827	7.98
0.500	1.710	11.90	15.10	20.68	0.30	0.9200	0.8224	1.790	12.07
0.625	1.640	19.75	20.90	28.31	0.40	0.8933	0.8224	1 752	16.21
0.750	1 570	27.50	26.80	35.93	0.45	0.8800	0.8224	1.732	18.31
0.875	1.480	34.00	34.60	45.72	0 50	0.8667	0.8224	1.712	20 42
1.000	1.395	40.35	41.70	54 93	0.60	0.8400	0.8224	1.674	24.69
1.125	1.310	45.75	48.80	63.54	0.70	0.8133	0.8224	1.634	29.06
1.250	1.230	50.30	51.45	69.14	0.75	0 8000	0.8224	1.614	31.25
1.375	1.130	52.25	52.10	73.27	0.80	0.7866	0.8224	1.593	33.48
1.500	1.040	50.55	51.70	74.93	0 90	0.7600	0.8224	1.552	37.98
1.625	0.955	47.50	50.50	75.69	1.00	0.7334	0.8224	1.511	42.54
1.750	0.845	45.00	51.70	74.99	1.05	0.7200	0.8068	1.482	41.84
1.875	0 745	42.50	48.50	70.19	1.10	0.7062	0.7911	1.451	41.07
2.000	0.665	40.00	43.40	63.02	1.20	0.6800	0.7598	1.393	39.59
2.125	0.575	37.50	40.00	54.15	1.30	0.6533	0.7268	1.334	37.74
2.250	0.490	35.00	38.60	42.85	1.40	0.6267	0.6940	1.275	35.86
2.375	0.418	34.35	35.00	26.87	1.45	0.6133	0.6773	1.246	34.89
2.500	0.340	35.00	33.40	12.98	1.50	0.6000	0.6607	1.217	33.89
2.625	0.272	35.00	32.60	- 0.98	1.60	0.5734	0.6268	1.158	31.80
2 750	0.224	35.00	24.10	-15.43	1.70	0.5466	0.5922	1.099	29 43
2.875	0.161	34.75	22.20	-22.78	1.75	0.5333	0 5750	1.070	28.24
3.000	0.106	33.75	23.10	-27.45	1.80	0.5200	0.5572	1.040	26.95
3.125	0.043	32.00	22.60	-30.08	1.90	0.4933	0.5216	0.982	24.35
3.250	0.019	24.80	16.60	-27.65	2.00	0.4667	0.4858	0.925	21.60
3.375	0.015	14.75	12.00	-19.23	2.05	0 4533	0 4758	0.898	21.92
3.500	0.009	5.00	5.20	-10.21	2.10	0.4400	0.4659	0.873	22 25
3.625	0 006	- 5.00	- 1.60	0.95	2.20	0.4134	0.4464	0.821	22.97
3.750	0.000	-17.50	1.60	15.96	2.30	0.3866	0 4280	0.769	23.9[illegible]
3.875		-18.50	- 3.80	20.65	2.40	0.3600	0.4100	0.719	25.66
4.000		-23.00	-11.00	25.80	2.45	0 3467	0.4009	0.692	25.89
4.125		-25.55	-17.70	29.51	2 50	0.3333	0.3925	0.666	26.25
4.250		-21.50	-14.44	27.34	2.60	0.3067	0.3750	0.614	27.54
4.375		- 6.90	-10.30	19.17	2.70	0.2800	0.3592	0 563	29.19
4.500		2.60	- 4.20	10.07	2.75	0.2666	0.3414	0.537	30 08
4.625		10.00	2.25	- 0.95	2.80	0.2533	0.3438	0.511	30.99
4.750		16.70	- 1.60	-15.96	2.90	0.2267	0.3288	0.459	32.90
4.875		21.85	3.80	-20 65	3.00	0.2000	0.3146	0.406	35.03
5.000		22.50	11.00	-25.80	3.05	0.1867	0.3020	0.371	34.98
5.125		21.40	17.70	-29.51	3.10	0.1734	0.2896	0.352	34.75
5.250		10.50	14.44	-27.34	3.20	0.1467	0.2645	0.298	34.26
5.375		- 2.35	10.30	-19.17	3.30	0.1200	0.2380	0.243	33.51
5.500		-11 85	4.20	-10.07	3.40	0.0933	0.2068	0.188	32.60
5.625		-18.50	- 2.25	0.95	3.45	0.0800	0.1983	0.162	32.39
5.750		-21.25	1.60	13.96	3.50	0.0667	0.1845	0.138	31.87
5.875		-22 65	3.80	20.65	3.60	0.0400	0.1568	0.081	30.78
6.000		-22.00	11.00	25.80	3.70	0.0134	0.1280	0.027	29.39
					3.75	0.0000	0.1130	0.000	28.53
					3.80		0.0984		24 84
					3.90		0.0684		17 27
					4.00		0.0372		9.39
					4.05		0.0192		4.85
					4.10		0.0152		3.84
					4.20		-0.0069		- 1.74
					4.30		-0.0294		- 7.42
					4.40		-0.0507		-12.80
					4.45		-0.0583		-14.72
					4.50		-0.0679		-17 14
					4.60		-0.0870		-21.96
					4.70		-0.1048		-26.46
					4.75		-0.1130		-28.53
					4.80		-0.0984		-24.84
					4.90		-0.0684		-17.26
					5.00		-0.0372		- 9.39

TABELLA III. $\theta = \frac{t}{T_0}$

θ	v_a	ξ_c	ξ_b	ξ_m	θ	φ	k	v_d	ξ_e
0.000	2.844	- 5.00	0.00	0.00	0.0	1.00	1.2260	2.844	0.00
0.125	2.822	- 2.50	0.35	2.40	0.1	0.98	1.2260	2.809	3.78
0.250	2.786	0.00	0.95	6.31	0.2	0.96	1.2260	2.771	7.79
0.375	2.738	2.20	2.20	11.54	0.3	0.94	1.2260	2.735	11.69
0.500	2.696	3.70	3.70	16.11	0.4	0.92	1.2260	2.697	15.82
0.625	2.654	7.30	7.30	20.68	0.5	0.90	1.2260	2.659	19.85
0.750	2.606	10.00	10 00	25.91	0.6	0 88	1.2260	2.623	24.11
0.875	2.554	11.65	11.90	31.57	0.7	0.86	1.2260	2.583	28.26
1.000	2.506	12.50	13.75	36.80	0.8	0.84	1.2260	2.544	32.67
1.125	2.456	12.70	15.00	41.60	0.9	0.82	1.2260	2.502	37.14
1.250	2.408	13.50	16.25	45.56	1.0	0.80	1.2260	2.467	41.51
1.375	2.352	14.50	16.45	49.60	1.1	0.78	1.1960	2.398	40.93
1.500	2.308	16.00	16.00	51.34	1.2	0.76	1.1643	2.279	40.03
1.625	2.254	17.50	17.50	55.72	1.3	0 74	1.1334	2.269	38.76
1.750	2.200	20.00	20.00	58.40	1.4	0 72	1.1007	2.201	37 75
1.875	2.132	22.50	22.50	60.33	1.5	0 70	1.0688	2.138	37.19
2.000	2,060	23.75	25.00	65.15	1.6	0.68	1.0350	2.071	35.50
2.125	1.990	25.60	27.50	66.58	1.7	0.66	1.0020	2.006	34.64
2.250	1.908	27.70	29.15	67.78	1.8	0.64	0.9672	1.938	33.07
2.375	1.810	30 00	35.90	68.14	1.9	0.62	0.9318	1.872	31.42
2.500	1.746	32.50	32.50	67.74	2.0	0 60	0.8972	1.807	29.77
2.625	1.670	34.50	33.75	64.77	2.1	0.58	0.8716	1.707	29.86
2.750	1.582	37.00	34.75	62.48	2.2	0.56	0.8473	1.688	30.18
2.875	1.498	39.25	37.25	59.98	2.3	0.54	0.8224	1.628	30.41
3.000	1.426	41.65	38.65	52.81	2.4	0.52	0.7985	1.579	30.80
3.125	1.330	43.50	41.25	47.12	2.5	0.50	0.7742	1.510	31.13
3.250	1.240	45.10	42.50	39.72	2.6	0.48	0.7510	1.451	31.68
3.375	1.140	46.45	46.45	30.62	2.7	0.46	0.7276	1.392	32.20
3.500	1.034	47.50	47.50	28.83	2.8	0.44	0.7052	1.333	32.92
3.625	0,928	47.30	50.00	18.39	2.9	0 42	0 6824	1.273	33 61
3.750	0,816	47.30	52 35	11.36	3.0	0.40	0.6614	1.216	34.66
3.875	0,708	45.00	53.50	4.49	3.1	0.38	0 6350	1.154	34.61
4.000	0,596	44.50	53.60	0.00	3.2	0.36	0.6083	1.093	34.53
4.125	0,486	43.30	54.35	- 4.72	3.3	0.34	0.5816	1.032	34 41
4.250	0,388	41.40	52.50	- 8.35	3.4	0.32	0.54[illegible]9	0.9692	33.01
4.375	0,292	39.80	51.00	- 8.93	3.5	0.30	0.5276	0.9103	34.08
4.500	0.200	38.20	47.50	-11.37	3.6	0.28	0 5058	0.8513	34.00
4.625	0.096	36.35	42.75	- 9.06	3.7	0.26	0.4726	0.7882	33.49
4.750	0.064	34.25	35.00	- 6.39	3.8	0 24	0.4444	0.7769	33.04
4 875	0.022	32.50	30.80	- 3.10	3.9	0.22	0.4162	0.6657	32 59
5.000	0.000	29.75	22.50	0.00	4.0	0.20	0.3868	0 6046	31.85
5.125		20 00	10.00	3.75	4.1	0.18	0.3610	0.5442	31.90
5.250		9.00	- 2.50	7.59	4.2	0.16	0.3349	0.4837	31.91
5.375		0.00	-12.50	7.76	4.3	0.14	0.3090	0.4253	31.92
5.500		- 7.50	-17.50	10.44	4.4	0.12	0.2875	0.3635	32.00
5.625		-13.00	- 2.50	8.70	4.5	0.10	0.2576	0.3026	32.11
5.750		-16.60	-25 25	6.20	4.6	0.08	0.2284	0.2416	32.14
5.875		-21 50	-29.70	3.16	4.7	0.06	0.2074	0.1812	32.58
6 000		-20.85	-23.50	0.00	4.8	0.04	0.1828	0.1211	32.98
					4.9	0.02	0.1580	0.0606	33.29
					5.0	0.00	0.1346	0.0000	33.99
					5.1		0.1084		27.37
					5.2		0.0823		20.78
					5.3		0,0562		14.20
					5.4		0.0297		7.50
					5.5		0.0000		0 00
					5.6		-0.0257		- 6 50
					5.7		-0.0515		-13.00
					5.8		-0.0784		-19.79
					5.9		-0.1058		-26.71
					6.0		-0.1346		-33.99

Nella 3ª esperienza

$$v_0 = \frac{1,465}{0,515} = 2.844$$

$$\rho = \frac{a\, v_0}{g\, H} = 1.226$$

$$T = 5'' \quad T_0 = 5''.$$

Nella 1ª colonna di queste tabelle, procedendo da sinistra a destra, è segnato il tempo $\theta = \frac{t}{T_0}$ riferito alla durata del semiperiodo d'oscillazione come unità di misura, nella 2ª la velocità v_a desunta dall'esperienza, nella 3ª la sovrapressione ξ_c registrata dal manometro, nella 4ª la sovrapressione ξ_b calcolata dal Camichel per mezzo delle sue formole approssimate. Per la 1ª esperienza, cui si riferisce la Tab. I. egli fece uso delle formole dell'Allievi, per le altre riguardanti le Tabelle II e III delle formole dello Sparre. Da ultimo nella 5ª colonna è riportata la sovrapressione ξ_m da noi calcolata per mezzo della formola esatta (13).

Confrontando fra loro le curve dello sovrapressione *c* ed *m* rappresentate nelle fig. 1, 2, 3, si vede immediatamente che l'accordo completo tra l'esperienza e la teoria non si verifica in nessuna fase.

Nella fig. (1) il divario è piccolo, discreto nella fig. (2) e veramente notevole nella fig. (3).

Confrontando poi le curve *b* ed *m* troviamo che i risultati delle formole approssimate dal Camichel differiscono sensibilmente da quelli forniti dalla formola esatta,

Tale discrepanza per le due prime esperienze rappresentate dalle fig. (1) e (2) può spiegarsi coll'ommissione del rapporto $\eta = \frac{\xi}{H}$ di fronte all'unità; ma per la terza esperienza rappresentata dalla fig. (3), nella quale la divergenza è notevole anche per piccoli valori di η, tale ommissione non è sufficiente a darcene la spiegazione. A questo proposito dobbiamo notare che i numeri delle Tabella I e II sono stati presi dai calcoli riportati nell'opera di Camichel, mentre quelli della Tabella III sono stati desunti da un grafico, che probabilmente non è stato tracciato con troppa cura. In ogni modo il procedimento tenuto da Camichel tende a far risaltare un accordo quasi completo tra l'esperienza e la teoria, che in realtà non esiste.

Ciò per altro non infirma la bontà della teoria. In codesti problemi, nei quali le cause perturbatrici sono innumerevoli, un accordo troppo spinto diviene sospetto, e quello riscontrato è ben sufficiente perchè si possa con piena fiducia applicare detta teoria alla soluzione del nostro problema, vale a dire alla determinazione della sovrapressione massima che si verifica nella conduttura immediatamante a monte dell'otturatore quando si effettua la chiusura.

§ 10. — In questo caso è necessario stabilire a priori la legge di manovra dell'otturatore.

Ordinariamente si ritiene, diciamo pure con una certa leggerezza, che la legge di manovra sia lineare. Ora i diagrammi rappresentanti il grado di chiusura dell'otturatore in funzione del tempo, che il Camichel raccolse nelle sue numerose esperienze, ci dicono chiaramente che, specialmente nelle chiusure lente, questo fatto non si verifica.

Ma, per apprezzare a dovere l'influenza della legge di manovra sulla sovrapressione, il miglior modo è quello di tracciare il diagramma della sovrapressione, nell'ipotesi che la legge sia lineare, e confrontarlo con i diagrammi già ottenuti rappresentati dalle curve *c c* ed *m m*.

Nel caso della chiusura lineare il rapporto φ è dato da

$$\varphi = 1 - \frac{t}{T}$$

dove t è il tempo e T la durata della chiusura; alla quale formola, introducendo i rapporti $\frac{t}{T_0} = \theta$; $\frac{T}{T_0} = \theta_0$ si può dare la forma

$$\varphi = 1 - \frac{\frac{t}{T_o}}{\frac{T}{T_o}} = 1 - \frac{\theta}{\theta_o}$$

Assegnando ora a $\frac{\theta}{\theta_0}$ valori successivi a differenza costante, cominciando dallo zero e terminando coll'unità, si trovano i corrispondenti valori della φ, per mezzo dei quali si ottengono le velocità e le sovrapressioni.

E precisamente pel nostro caso le velocità v_d e le sovrapressioni ξ_e, che figurano nella parte a destra della Tabella I furono calcolate per mezzo delle formole (7) ed (8): mentre le stesse grandezze v_d e ξ_e che figurano nella Tabella II e Tabella III furono calcolate con le (9) e (10).

Nelle fig. (1), (2), (3) le curve di *d d*.. rappresentano le velocità e le curve *e e* le sovrapressioni.

Confrontando questi nuovi diagrammi con i diagrammi ottenuti in antecedenza, si osserva immediatamente che mentre le curve delle velocità *a* e *d* corrispondenti ai due casi poco si differenziano fra loro, le curve delle sovrapressioni *c* ed *e* si differenziano notevolmente.

Donde si conclude che ad una piccola alterazione nella legge di variazione della velocità, e conseguentemente nella legge di chiusura dell'otturatore, corrisponde una notevole alterazione nei valori della sovrapressione.

§ 11. — Che del resto la legge di chiusura dell'otturatore abbia una grande influenza sulla sovrapressione e principalmente sul suo valore massimo, lo possiamo desumere dalla considerazione del caso limite nel quale si fa astrazione dagli effetti elastici.

In questo caso l'influenza della legge di chiusura dell'otturatore o, se vogliamo, della legge di variazione della velocità è evidentissima, come lo dimostra l'espressione della sovrapressione data dalla formola

$$\xi = -\frac{L}{g}\frac{d\,v}{d\,t}.$$

Per la stessa durata di chiusura T, il massimo della ξ dipende dalla legge di chiusura, o, in altri termini, dalla legge di variazione della v.

Per la chiusura lineare lo Sparre, superando le difficoltà dell'integrazione, dette per primo la formola seguente

$$\xi_{max} = n\left(\frac{n}{2} + \sqrt{\frac{n^2}{4} + 1}\right) H$$

dove
$$n = \frac{v_0\,L}{g\,H\,T}$$

Questa espressione per n piccola diventa

$$\xi_{max} = n\,H\left(1 + \frac{n}{2}\right) = n\,H\,\frac{1 - \frac{n^2}{4}}{1 - \frac{n}{2}}$$

per n molto piccola

$$\xi_{max} = n\,H = \frac{v_0}{g}\frac{L}{T}$$

Cambiando la legge di chiusura, o in altri termini la legge di variazione della volontà, cambia il valore della pressione massima

$$\text{se } v = v_0 \cos\frac{\pi}{2}\frac{t}{T}\,;\quad \frac{d\,v}{d\,t} = -\frac{\pi}{2}\frac{v_0}{T}\,\text{sen}\,\frac{\pi}{2}\frac{t}{T};\quad \xi_{max} = \frac{\pi}{2}\frac{v_0\,L}{g\,T}$$

$$\text{se } v = v_0\left(1 - \frac{t^2}{T^2}\right);\quad \frac{d\,v}{d\,t} = -\frac{2\,v_0\,t}{T^2}\,;\quad \xi_{max} = \frac{2\,v_0\,L}{g\,T}$$

$$\text{se } v = v_0\sqrt{1 - \frac{t^2}{T^2}}\,;\quad \frac{d\,v}{d\,t} = -\frac{v_0\,t}{T\sqrt{T^2 - t^2}}\,;\quad \xi_{max} = \infty\,.$$

Nel caso dunque in cui si faccia astrazione dagli effetti elastici, la sovrapressione massima è altamente influenzata dalla legge di variazione della velocità tanto che, rimanendo invariate tutte le grandezze che caratterizzano il fenomeno, la sola variazione di questa legge fa variare la sovrapressione fra limiti estesissimi.

L'elasticità delle pareti e la compressibilità del liquido in esse contenuto attenuano questa influenza.

Finchè la durata della chiusura T si mantiene inferiore a T_o, tale influenza è nulla, ma essa diventa sempre maggiore quanto più grande diventa T di fronte a T_0.

Per manovre di chiusura molto lente l'influenza dell'elasticità diventa trascurabile, e la conduttura si diporta come se avesse pareti rigide e fosse percorsa da un liquido incompressibile.

Ammessa, come fatto incontestabile, l'influenza spiccata della legge di manovra dell'otturatore sul valore massimo della sovrapressione, ne viene di conseguenza che tutte le geniali e dettagliate teorie del colpo d'ariete che si basano sulla realizzazione pratica della chiusura lineare, perdono il loro valore ogni qualvolta detta ipotesi non sia completamente verificata. E siccome la chiusura perfettamente lineare, se non assolutamente impossibile, è ciò non di meno straordinariamente rara, l'interesse pratico di una teoria più raffinata viene a mancare e perciò noi, nell'assolvere il nostro compito, dobbiamo di necessità rinunciare ad una soluzione esatta e accontentarci di una soluzione approssimata.

Ciò premesso nella prosecuzione del nostro intento, possiamo abbandonare l'ipotesi della chiusura lineare e scegliere arbitrariamente la legge di variazione della velocità, previa l'accettazione dell'ipotesi che la chiusura sia effettuata in modo tale da realizzare, almeno approssimativamente, la predetta legge.

§ 12. — Ritornando alle equazioni fondamentali delle oscillazioni elastiche, rappresentate dalle formole

$$v_0 - v = \frac{g}{a}\,[F' + F''] \tag{1}$$

$$\xi = F' - F'' \tag{2}$$

l'arbitrarietà di scelta sulla legge di variazione della velocità equivale all'arbitrarietà della funzione $F\ (t)$ che figura nelle predette formole.

Queste formole possono trasformarsi nel modo seguente. Abbiamo

per la 1ª fase $v_0 - v_1 = \frac{g}{a}\,F_1\,;\quad \xi_1 = F_1$

per la 2ª fase $v_0 - v_2 = \frac{g}{a}\,(F_2 + F_1)\,;\quad \xi_2 = F_2 - F_1$

per la 3ª fase $v_0 - v_3 = \frac{g}{a}\,(F_3 + F_2)\,;\quad \xi_3 = F_3 - F_2$

. . . .

per la nª fase $v_0 - v_n = \frac{g}{a}\,(F_n + F_{n-1})\,;\quad \xi_n = F_n - F_{n-1}$

Ma possiamo anche scrivere

1ª fase $v_0 - v_1 = M_1 \qquad \xi_1 = \frac{a}{g}\,M_1$

2ª fase $v_0 - v_2 = M_2 + M_1 \qquad \xi_2 = \frac{a}{g}\,(M_2 - M_1)$

3ª fase $v_0 - v_3 = M_3 + M_2 + M_1 \qquad \xi_3 = \frac{a}{g}\,(M_3 - M_2 + M_1)$

4ª fase $v_0 - v_4 = M_4 + M_3 + M_2 + M_1 \qquad \xi_4 = \frac{a}{g}\,(M_4 - M_3 + M_2 - M_1)$

. . . .

nª fase $v_0 - v_n = M_n + M_{n-1} + M_{n-2}\ldots + M_2 + M_1$

$$\xi_n = \frac{a}{g}\,(M_n - M_{n-1} + M_{n-2}\ldots\ldots)$$

Perchè le due serie di formole diano risultati coincidenti, basta che siano soddisfatte le relazioni:

$$\frac{g}{a}\,F_1 = M_1\,;\ \frac{g}{a}\,F_2 = M_2\,;\ \frac{g}{a}\,F_3 = M_3 + M_1\,;\ \frac{g}{a}\,F_4 = M_4 + M_2$$

o in generale

$$\frac{g}{a}\,F_n = M_n + M_{n-2} + M_{n-4} + M_{n-6} +$$

Le formole trasformate di fronte alle originali hanno il vantaggio di presentare il fenomeno oscillatorio sotto una forma più appariscente in quanto che le singole onde che si formano ad ogni riflessione vengono messe in vista.

Nel nostro caso speciale le diverse M, ciascuna delle quali rappresenta un'onda, possono essere concepite come espressioni sfasate di una stessa funzione $F\ (t)$ per cui possiamo scrivere:

$$v_0 - v = F(t) + F(t - T_0) + F(t - 2\,T_0) + \ldots\ F(t - (n-1)\,T_0)$$

$$\xi = \frac{a}{g}\,[F(t) - F(t - T_0) + F(t - 2\,T_0)\ldots(-1)^{n-1}\,F(t - (n-1)\,T_0)]$$

Per quanto è stato detto in antecedenza la funzione F può, entro certi limiti, essere scelta arbitrariamente.

§ 13. — Supponiamo dapprima che detta funzione sia lineare, si abbia cioè $F = \lambda\,t$, dove λ è la tangente trigonometrica dell'angolo che la retta rappresentativa della funzione fa con l'asse dei tempi. Le formole generali divengono

1ª fase $v_0 - v = \lambda\,t\,;\quad \xi = \frac{a}{g}\,\lambda\,t$

2ª fase $v_0 - v = \lambda\,(2\,t - T_0);\quad \xi = \frac{a}{g}\,\lambda\,T_0$

3ª fase $v_0 - v = \lambda\,(3\,t - (1+2)\,T_0)\,;\quad \xi = \frac{a}{g}\,\lambda\,(t - T_0)$

Dalle quali si deduce che il valore della velocità corrispondente ad una fase qualsiasi n è

$$(14) \quad v_0 - v = \lambda \left[n\,t - [1 + 2 + 3 + \ldots (n-1)]\, T_0 \right] = \lambda \left[n\,t - \frac{n\,(n-1)}{2}\, T_0 \right]$$

Quanto alla sovrapressione essa assume un'espressione differente secondo che la n è dispari o pari

per n dispari $\quad \xi' = \frac{a\,\lambda}{g} \left[t - \frac{n-1}{2}\, T_0 \right]$

per n pari $\quad \xi'' = \frac{a\,\lambda}{g}\, \frac{n\, T_0}{2}$

Il valore della λ, che sino a qui abbiamo lasciato indeterminato, ci è dato dalla condizione che alla fine della chiusura, ossia per $t = T$ si ha $v = 0$.

Posta questa condizione nella (14) si ottiene

$$(15) \quad \lambda = \frac{v_0}{n\,T - \frac{n\,(n-1)}{2}\, T_0}$$

I diagrammi della v e della ξ sono rappresentati nella fig. (4) dove si è ritenuto che il termine della chiusura avesse luogo nella terza fase.

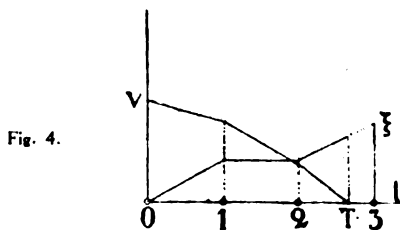



Fig. 4.

Come risulta chiaramente dalla figura stessa, il massimo della sovrapressione si verifica alla fine della chiusura ed è

per n dispari $\quad \xi'_{max} = \frac{a\,\lambda}{g} \left[T - \frac{n-1}{2}\, T_0 \right]$

per n pari $\quad \xi''_{max} = \frac{a\,\lambda}{g}\, \frac{n\, T_0}{2}$

Sostituendo in queste formole il valore della λ dato dalla (15) esse divengono

$$(16) \quad \xi'_{max} = \frac{a\, v_0}{g}\, \frac{1}{n}$$

$$\xi''_{max} = \frac{a\, v_0}{g}\, \frac{T_0}{2\,T - (n-1)\, T_0}$$

Per mezzo di queste formole, portando le durate T come ascisse e le sovrapressioni ξ_{max} come ordinate, è stato descritto il diagramma rappresentato dalla fig. 5.

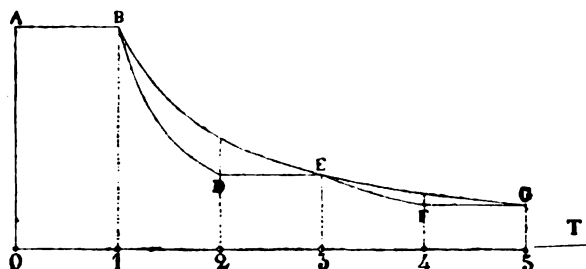



Fig. 5.

Esso risulta di tanti tronchi eguali a T_0. I tronchi d'ordine dispari sono rette parallele all'asse delle T, mentre i tronchi d'ordine pari sono iperboli.

Dando ad n nella (14) successivamente i valori 1, 3, 5... si ottengono le ordinate dei punti $B, E, G \ldots$ le cui ascisse sono rispettivamente T_0, $3\,T_0$, $5\,T_0 \ldots\ldots$

Questi punti sono fra loro tanto più vicini quanto più è piccolo il valore della durata del semiperiodo di oscillazione $T_0 = \frac{2\,L}{a}$. Nel caso limite in cui si fa astrazione degli effetti elastici, la T_0 è infinitamente piccola e noi possiamo esprimere la grandezza finita T per mezzo della formola

$$T = n\, T_0$$

quando si consideri n infinitamente grande.

Sostituendo nella (14) il valore della n dedotto da questa formola abbiamo

$$(17) \quad \xi_{max} = \frac{a\, v_0}{g}\, \frac{T_0}{T} = \frac{2\, v_0\, L}{g\, T}.$$

La iperbole rappresentata da questa equazione passa evidentemente per i punti $B, E, G \ldots$ del diagramma discontinuo della sovrapressione corrispondente al caso in cui T_0 ha un valore finito quale si voglia.

§ 14. — Supponiamo ora in secondo luogo che la funzione $F\,(t)$ sia lineare ma discontinua, rappresentata dall'espressione

$$F = \lambda\, t - \lambda\, (t - T_0)$$

nella quale la t varia da 0 a T durata della chiusura. Nella 1ª fase funziona soltanto il primo termine. All'inizio della fase successiva entra in funzionamento il secondo termine tanto che il diagramma rappresentativo di detta funzione risulta di una retta inclinata $O\,B$ cui fa seguito una retta indefinita $B\,C$ parallela all'asse delle t, come vedesi nella fig. 6.

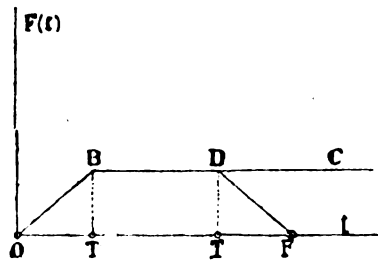
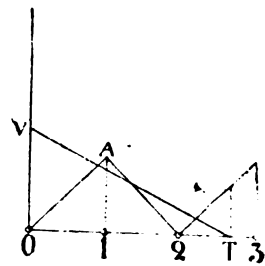



Fig. 6. Fig. 7.

Quando si voglia rappresentare il fenomeno anche dopo la chiusura, la F completata con un terzo termine diventa

$$F = \lambda\, t - \lambda\, (t - T_0) - \lambda\, (t - T)$$

e l'onda elementare prende la forma del trapezio $O\,B\,D\,F$.

Sostituendo nelle formole generali si ottiene

$$v_0 - v = \lambda\, t - \lambda\, (t - T_0) + \lambda\, (t - T_0) - \lambda\, (t - 2\,T_0) + \lambda\, (t - 2\,T_0) - \lambda\, (t - 3\,T_0) + \ldots$$

$$\xi = \frac{a}{g}\, [\lambda\, t - \lambda\, (t - T_0) - \lambda\, (t - T_0) + \lambda\, (t - 2\,T_0) + \ldots]$$

Conseguentemente si ha

1ª fase $\quad v_0 - v_1 = \lambda\, t$

$$\xi_1 = \frac{a}{g}\, \lambda\, t$$

2ª fase $\quad v_0 - v_2 = \lambda\, t - \lambda\, (t - T_0) + \lambda\, (t - T_0) = \lambda\, t$

$$\xi_2 = \frac{a}{g}\, [\lambda\, t - \lambda\, (t - T_0) - \lambda\, (t - T_0)] = \frac{a}{g}\, [2\,\lambda\, T_0 - \lambda\, t]$$

3ª fase $\quad v_0 - v_3 = \lambda\, t - \lambda\, (t - T_0) + \lambda\, (t - T_0) - \lambda\, (t - 2\,T_0) + \lambda\, (t - 2\,T_0) = \lambda\, t$

$$\xi_3 = \frac{a}{g} [\lambda\, t - \lambda\, (t - T_0) - \lambda\, (t - T_0) + \lambda\, (t - 2\,T_0) + \lambda\, (t - 2\,T_0)] = \frac{a}{g}\, [\lambda\, t - 2\,\lambda\, T_0]$$

e così di seguito.

I diagrammi della v e della ξ in funzione del tempo sono dati dalla fig. 7 dove si è supposto che il termine della chiusura avesse luogo nella 3ª fase.

Questi stessi diagrammi sono stati riportati nella fig. (1), (2) (3). Nelle quali la retta $V\,T$ rappresenta la velocità variante linearmente e la spezzata $O\,A\,A \ldots$ la relativa sovrapressione.

Il valore dell'arbitraria λ si ottiene immediatamente dalla formola generale

$$v_0 - v = \lambda\, t$$

facendo nella medesima $v = 0$; $t = T$ donde

$$\lambda = \frac{v_0}{T}.$$

La sovrapressione massima si ha alla fine della 1ª, 3ª, 5ª ... fase e si ottiene facendo nella

$$\xi_1 = \frac{a}{g}\, \lambda\, t; \qquad t = T_0.$$

Si ha perciò:

$$\xi_{max} = \frac{a\,\lambda}{g}\, T_0 = \frac{a\, v_0}{g}\, \frac{T_0}{T} = \frac{2\, v_0\, L}{g\, T}.$$

Questa espressione è identica alla (17) la quale rappresenta la curva che passa per i punti $B\,E\,G \ldots$ del diagramma relativo alla

1ª ipotesi e nel tempo stesso è identica alla legge di variazione della sovrapressione massima nel caso di una conduttura rigida percorsa da un liquido incompressibile la cui velocità venga modificata con legge parabolica.

Nella fig. 5 sono stati riportati i diagrammi delle sovrapressioni massime in funzione della durata di chiusura T corrispondenti alla prima ed alla seconda ipotesi.

Il diagramma continuo relativo alla seconda ipotesi, trovandosi tutto al disopra dell'altro, dà in generale per le sovrapressioni valori maggiori, tranne per i punti $B\ E\ G$ . . . dove i valori sono coincidenti.

Questa sola ragione e la sua maggiore semplicità sarebbero sufficienti per dargli la preferenza. Ma anche altre ragioni militano a suo vantaggio.

Secondo questa ultima ipotesi, la velocità varia sempre linearmente da $t = 0$ a $t = T$, mentre nell'altra ipotesi ad ogni passaggio da una fase alla fase successiva il gradiente della velocità varia bruscamente. E questa variazione brusca si rispecchia anche nella legge di chiusura dell'otturatore. Detta legge, come abbiamo veduto in antecedenza, è rappresentata dalla formola

$$\varphi = \frac{v}{v_0} \frac{1}{\sqrt{1 + \frac{\xi}{H}}}$$

Ora nella 2ª ipotesi si ha $v = \lambda t$ e siccome il rapporto $\frac{\xi}{H}$ è ordinariamente piccolo di fronte all'unità, possiamo dire che secondo questa ipotesi anche la legge di chiusura dell'otturatore riesce presso a poco lineare.

Per tutte queste ragioni concludiamo che la sovrapressione massima all'otturatore debba essere formulata nel modo seguente rappresentato graficamente dalla fig. 5.

Per valori di T compresi tra 0 e T_0 la sovrapressione massima è indipendente dalla durata della chiusura ed è espressa da

$$\xi_{max} = \frac{a\ v_0}{g}.$$

Per valori di $T > T_0$ la sovrapressione massima è decrescente al crescere di T con legge iperbolica data dall'equazione

$$\xi_{max} = \frac{a\ v_0}{g} \frac{T_0}{T} = \frac{2\ v_0\ L}{g\ T}.$$

Questa formula non è una novità nella teoria del colpo d'ariete, perchè essa fu proposta dal Michaud nel 1878 [3]. Ma siccome era stata desunta da considerazioni teoretiche incomplete, nelle quali si faceva astrazione dagli effetti elastici, la si applicava anche a valori di $T < T_0$ e con ciò si ottenevano per le sovrapressioni valori teorici molto superiori ai valori sperimentali.

Solo dopo gli studi del Résal del Joukowski e dell'Allievi, che per primi presero nella dovuta considerazione gli effetti elastici, fu possibile formulare una teoria completa del colpo d'ariete, dalla quale le predette formole sono state dedotte.

§ 15. — Per giudicare del grado di fiducia di queste formole, facciamo un rapido raffronto tra i valori teorici da esse forniti ed i valori dati dall'esperienza. Fra le esperienze sul colpo d'ariete che ci è stato possibile di rintracciare, le più remote sono quelle eseguite da N. Joukowski [4] su tubi di piccolo diametro.

Le esperienze del Joukowski riguardano esclusivamente le chiusure brusche.

A tale intento l'otturatore era costituito da una saracinesca sormontata da un castello di legno dal quale all'istante voluto si faceva cadere un peso dall'altezza di qualche metro. Questo peso, agendo per urto sulla portella della saracinesca, ne produceva la chiusura istantanea.

La velocità di propagazione dell'onda fu determinata sperimentalmente, misurando per mezzo del cronografo Marey il tempo impiegato dall'onda a percorrere la tubatura. La velocità di regime v_0 posseduta dall'acqua prima della chiusura istantanea, stante i piccoli diametri e conseguentemente le piccole portate, veniva determinata direttamente misurando con recipienti tarati la quantità d'acqua affluita in un certo tempo.

In una prima serie di esperienze riportate nelle Tabelle IV e V le pressioni furono ottenute per mezzo di undici manometri Bourdon provvisti di indici a frizione per segnalare la pressione massima. Il primo manometro trovavasi immediatamente a monte dell'otturatore, gli altri erano disposti lungo la conduttura a distanza presso a poco eguale. Le indicazioni di questi manometri, eccettuato l'ultimo situato in prossimità della camera di carico, furono sempre molto concordanti e dettero così la prova che l'onda di pressione si trasmette senza attenuazione da un estremo all'altro. Tenuto conto di questo fatto, nelle Tabelle IV e V riportiamo soltanto le indicazioni del manometro posto immediatamente a monte dell'otturatore.

La Tabella IV, si riferisce ad una tubatura di 4" pollici ($d = 0{,}1016$) della lunghezza $L = 106{,}70$ metri.

Il tempo impiegato a percorrere due volte la lunghezza della conduttura risultò

$$T_0 = 0{,}165 \text{ (secondi)}$$

donde si dedusse il valore della

$$a = \frac{2\ L}{T_0} = 1293.$$

TABELLA IV.

N	v'	v	P	ξ_{max}	ξ'_{max}	R
1	7.0	2.134	40	413.2	281.2	0.6805
2	7.0	2.134	40	413.2	281.2	0.6805
3	4.7	1.433	28	289.2	188.8	0.6527
4	6.4	1.951	28	289.2	257.1	0.8889
5	2.8	0.8593	18	185.9	113.3	0.6091
6	2.6	0.7925	18	185.9	104.4	0 5617
7	9.9	3.017	50	516.5	500.7	0.9624
8	3.5	1.067	29	299.6	140.6	0.4693
9	4.0	1.219	22	227.2	160.6	0.7070
10	4.0	1.219	25	258.3	160.6	0.6222

Nella 1ª colonna di questa Tabella è indicato il numero d'ordine dell'esperienza; nella 2ª la velocità media dell'acqua espressa in piedi, nella 3ª la stessa velocità espressa in metri; nella 4ª la sovrapressione massima, indicata al manometro situato a monte dell'otturatore espressa in atmosfere; nella 5ª la stessa grandezza espressa in colonna d'acqua; nella 6ª la stessa grandezza calcolata per mezzo della formola

$$\xi'_{max} = \frac{a\ v_0}{g}$$

nella 7ª il rapporto $R = \frac{\xi'_{max}}{\xi_{max}}$

tra la sovrapressione calcolata e quella ottenuta sperimentalmente.

La Tabella V si riferisce ad una conduttura di 2" pollici ($d = 0{,}0508$) della lunghezza

$$L_2 = 189{,}90.$$

Il tempo impiegato a percorrere due volte la lunghezza della conduttura risultò

$$T_0 = 0{,}''300 \text{ (secondi)}$$

donde si dedusse il valore della

$$a = \frac{2\ L}{T_0} = 1266.$$

TABELLA V.

N	v'	v	P	ξ_{max}	ξ'_{max}	R
1	4.4	1.341	27	278.9	173.0	0.6206
2	4.4	1.341	30	309.9	173.0	0.5584
3	3.3	1.006	28	289.2	129.8	0.4487
4	3.2	0.975	20	206.6	125.8	0.6092
5	4.5	1.372	30	309.9	177.0	0.5711
6	4.4	1.341	25	258.3	173.0	0.6701
7	4.4	1.341	29	299.6	173.0	0.5777

L'ordine delle colonne ed il significato dei vari simboli che figurano in questa Tabella sono identici a quelli della Tabella antecedente.

§ 16. — In una seconda serie di esperienze, riportate nelle Tabelle VI e VII, le sovrapressioni furono desunte dai diagrammi descritti per mezzo dell'indicatore registratore Krosbyg, i quali diagrammi permisero in pari tempo la determinazione del periodo di oscillazione.

La Tabella VI si riferisce ad una conduttura di 6" pollici ($d = 0{,}1524$) della lunghezza $L = 324{,}90$.

Il tempo impiegato a percorrere due volte la lunghezza della conduttura risultò $T_0 = 0{,}520$ secondi donde si dedusse il valore della

$$a = \frac{2\ L}{T_0} = 1250.$$

TABELLA VI.

N	v'	v	P	ξ_{max}	ξ'_{max}	R
1	3.3	1.006	15.7	162.20	129.80	0.8002
2	1.9	0.579	7.3	75.41	73.77	0.9782
3	0.6	0.183	3.0	30.99	23.29	0.7517
4	1.4	0.428	6.0	61.98	54.35	0.8770
5	3.0	0.914	12.1	125.00	116.50	0.9319
6	4.0	1.219	15.6	161.10	160.60	0.9969
7	5.6	1.707	25.2	260.30	217.40	0.8353
8	7.5	2.286	29.0	299.60	291.20	0.9720

(3) MICHAUD. — *Bulletin de la Société Vaudoise des Ingénieurs et Architectes* - Année 1878, n. 3 et 4.

(4) JOUKOWSKI « Ueber den hydraulischen Stoss in Wasserleitungsröhren ». *Memoires de l'Academie des Sciences de Saint-Pétersbourg* - 8ª Serie, vol. 9, 1898.

La Tabella VII si riferisce ad una conduttura di 4" pollici ($d = 0{,}106$) della lunghezza $L = 320$ m.

Il tempo impiegato a percorrere due volte la lunghezza della conduttura risultò

$$T_0 = 0{,}500 \text{ (secondi)}$$

donde si deduce il valore della

$$a = \frac{2\ L}{T_0} = 1280.$$

TABELLA VII.

N	v'	v	P	ξ_{max}	ξ'_{max}	R
1	3.3	1.006	13.0	134.30	131.30	0.9775
2	1.9	0.579	7.8	80.57	75.57	0.9381
3	4.1.	1.249	15.8	163.20	163.10	0.9994
4	9.2	2.804	35.0	361.50	365.90	1.0120
5	2.9	0.892	11.3	114.10	116.40	1.0200
6	0.5	0.1524	2.0	20.66	19.89	0.9634
7	1.1	0.3353	4.4	45.45	43.75	0.9624

In tutte queste esperienze, essendo la chiusura istantanea, la durata di chiusura T è sempre minore di T_0, per cui il valore massimo della sovrapressione prodotta dal colpo d'ariete è indipendente dalla legge di chiusura.

In questo caso perciò dobbiamo aspettarci la massima concordanza tra l'esperienza e la teoria.

Se ciò non si verifica, la ragione deve essere ricercata nelle grandi difficoltà che si presentano nell'esecuzione di simili esperienze, difficoltà che vengono mano mano eliminate coll'uso di apparecchi sempre più perfezionati.

Ed in vero i valori sperimentali della sovrapressione, che riguardano la 1ª serie di esperienze Tabelle IV e V ottenuti per mezzo del manometro Bourdon, differiscono notevolmente per eccesso dai valori teorici, il qual fatto devesi, con tutta probabilità, attribuire all'uso dell'indice a frizione.

Mentre invece i risultati della 2ª serie Tabella VI e VII, sono assai più concordanti.

Nella Tabella VII il divario tra i valori sperimentali ed i valori teorici non raggiunge il 7%.

§ 17. — Esperienze eseguite nel 1904 dagli Ing. L. Picot e P. Reynaud sotto la direzione di A. Rateau sulla conduttura forzata che alimenta il villaggio Saint Henri alla miniera di Allevard, per controllare la teoria dell'Allievi sul colpo d'ariete (5).

Questa condotta non si prestava troppo bene allo scopo perchè era formata di due tronchi consecutivi di diametro e di spessore molto differenti.

I dati del tronco a monte erano

$$L_1 = 108 \text{ m}; \quad D_1 = 200 \text{ mm.}; \quad e_1 = 30 \text{ mm.}$$

quelli del tronco a valle

$$L_2 = 496.1 \text{ m}; \quad D_2 = 120 \text{ mm.}; \quad e_2 = 5 \text{ mm.}$$

Lunghezza totale $L = L_1 + L_2 = 604{,}10$

Altezza di carico $H = 212.60$.

Siccome la lunghezza del tronco a valle è molto superiore di quella del tronco a monte ,la velocità di propagazione dell'onda fu determinata per mezzo della formola (0) del § 2, facendo uso soltanto dei dati di questo ultimo tronco e si trovò

$$a = 1278$$

$$T_0 = \frac{2\ L_2}{a} = 0{,}78.$$

La velocità di regime v_0 fu ottenuta dalla misura diretta della portata

TABELLA VIII.

N	q	v	ξ_{max}	ξ'_{max}	R	T
5	4.0	0.3537	37	46	0.81	0''.2
6	4.6	0 4067	43	53	6.81	0''.2
7	5.8	0.5128	58	66 5	0.87	0''.2
8	7.4	0.6543	72	85	0.85	0''.2
21	5.8	0.5128	58	66.5	0.87	0''.2
22	8.0	0.7074	78	92	0.85	-
23	8.9	0.7868	88	103	0.85	0''.2
57	12.2	1.380	115	139	0.85	0''.2
59	12.2	1.380	114	139	0 82	—
60	12 7	1.436	118	146	0.81	0''.2
52	12.9	1.451	126	148	0.85	0''.6
35	8.3	0.7339	20.83	28.55	0.73	2''.6

I risultati di queste esperienze sono stati riportati nella Tabella VIII dove

N rappresenta il numero relativo all'esperienza riportata;

q la portata in litri al secondo;

$v_0 = \frac{q}{S}$ (dove $S = 11{,}31$) la velocità all'origine della chiusura;

ξ_{max} la sovrapressione massima indicata dal manometro registratore;

ξ'_{max} la stessa grandezza desunta dalla teoria;

R il rapporto $\frac{\xi_{max}}{\xi'_{max}}$.

T la durata della chiusura.

Ad eccezione dell'esperienza N° 35, che trovasi a fondo della Tabella, per tutte le altre la durata di chiusura T è inferiore a T_0, per cui la sovrapressione massima è data dalla formola

$$\xi_{max} = \frac{a\ v_0}{g}.$$

Confrontando i valori sperimentali con quelli calcolati, si osserva che i primi sono sempre minori dei secondi ed il loro rapporto R varia tra un minimo di 0,81 ed un massimo di 0,87.

Per quanto riguarda l'esperienza N°. 35 la $\xi_{max} = 20{,}83$ fu ottenuta per mezzo del diagramma riportato nell'opera del Rateau e la ξ'_{max} calcolata per mezzo della formola

$$\xi'_{max} = \frac{2\ v_0\ L}{g\ T} = 28{,}35.$$

In questo caso il rapporto

$$R = \frac{20{,}83}{28{,}55} = 0{,}73$$

si allontana maggiormente dall'unità, del che non dobbiamo meravigliarci ricordando che in questo caso sopravviene l'influenza della legge di manovra dell'otturatore che modifica i risultati della teoria.

Osserviamo in fine che la determinazione della velocità media v_0 desunta unicamente dal diametro del tronco a valle dà a questa un valore eccessivo che, rendendo il valore di ξ'_{max} troppo grande, diminuisce il rapporto R.

§ 18. — Esperienze eseguite dall'Ingegnere R. Neeser nel 1909 sulla condotta dell'Officina dell'Ackersand (6).

Questa condotta che serve all'alimentazione di una turbina di 5500 cavalli con una caduta di circa 720 metri, è in lamiera di acciaio e risulta di due tronchi, il primo a monte ha un diametro $d_1 = 0{,}700$ ed una lunghezza $L_1 = 1157$ m., il secondo a valle ha un diametro $d_2 = 0{,}500$ ed una lunghezza $L_2 = 263$ m.

La velocità di trasmissione è stata determinata sperimentalmente, misurando la durata del periodo di oscillazione che fu trovato di 4",62 e ricavando a dalla formola

$$2\ T_0 = \frac{4\ L}{a} = 4{,}62.$$

Si ebbe perciò, essendo

$$L = 1157 + 263 = 1420$$

$$T_0 = 2{,}31\ ;\ a = 1230.$$

Le variazioni di pressione che si producevano nella conduttura per effetto del colpo d'ariete venivano registrate da un manometro Richard.

Le portate corrispondenti alle varie posizioni dell'otturatore venivano calcolate per mezzo dell'altezza di caduta e la sezione del getto libero, in funzione della posizione dell'otturatore.

Tenuto conto della diversità di diametro dei due tronchi formanti la conduttura, la velocità media v_0 all'inizio di ciascuna esperienza fu calcolata nel modo seguente.

Immaginando di sostituire alla conduttura effettiva costituita di due tronchi di diametro differente una conduttura equivalente di diametro costante e ponendo le condizioni:

1° che la lunghezza di questa sia eguale alla somma delle lunghezze dei due tronchi;

2° che la portata Q sia eguale a quella che si aveva in ciascuno dei due tronchi;

3° che la forza viva dell'acqua contenuta nella conduttura equivalente sia eguale alla somma delle forze vive contenute in ciascuno dei due tronchi; si trova che la velocità media corrispondente è data dalla relazione

$$v_0 = \frac{v_2}{L_1 + L_2}\left(\frac{S_2}{S_1}\ L_1 + L_2\right) \quad (18)$$

dove

$$v_2 = \frac{Q}{S_2}$$

(5) « Étude théorique et experimentale sur le coup de béliér dans les conduites forcées » *par* MM. E. JOUGUET, A. RATEAU et DE SPARRE - H. Dunod et E. Pinat - Editeurs, Paris, 1917.

(6) « Coups de béliér dans les conduites. Résultats d'essais et verification experimentale des théories » de M. ALLIEVI, *Bulletin technique de la Suisse romande* - Janvier 1910, n. 2.

S_1 ed S_2 rappresentano le sezioni trasversali dei tronchi di lunghezza L_1 ed L_2.

Sostituendo in questa formola i valori numerici

$$L_1 = 1157; \quad L_2 = 263$$
$$S_1 = 384{,}85; \quad S_2 = 196{,}35$$

si ottiene

$$v_0 = 3{,}063. \tag{18}$$

I risultati di queste esperienze sono riportati nella Tabella IX.

TABELLA IX.

N	Q	v_0	ξ_{max}	ξ'_{max}	R	T
1	493	1.5090	41.68	54.59	0.7634	8
2	178	0.5447	17.33	17.52	0.9892	9
3	490	1.5000	45.78	54.24	0.8437	8
4	335	1.0250	38.77	49.46	0.7838	6
5	335	1.0250	45.65	59.35	0.7691	5
6	178	0.5447	45.25	52.56	0.8609	3
7	178	0.5447	45.51	52.56	0.8659	3

In questa Tabella

Q rappresenta la portata in litri al 0";

v_0 la velocità iniziale calcolata per mezzo della formola (18);

ξ_{max} il valore della sovrapressione massima desunta dai diagrammi descritti dal manometro registratore;

ξ'_{max} il valore della stessa grandezza calcolato per mezzo della formola

$$\xi'_{max} \quad \frac{2 \; V_0 \; L}{g \; T}$$

R il rapporto $\frac{\xi_{max}}{\xi'_{max}}$;

T la durata della chiusura;

In tutte queste esperienze si aveva $T > T_0$ e perciò i valori della sovrapressione massima venivano ottenuti per mezzo della formola del Michaud.

Paragonando i valori teorici con quelli sperimentali troviamo che i primi sono sempre maggiori dei secondi e la differenza varia dall'1% al 14%.

§ 19. — Ed ora ci resta a vedere in qual modo le nostre formole Allievi-Michaud si accordino con le recentissime esperienze del Camichel che, come abbiamo già detto, sono le più numerose ed accurate di quante se ne conoscono.

Nelle formole

$$\xi_{max} = \frac{a \; v_0}{g}; \qquad T < T_0$$
$$\xi_{max} = \frac{2 \; v_0 \; L}{g \; T}; \qquad T > T_0$$

la sovrapressione massima è linearmente proporzionale alla velocità iniziale v_0, mentre i rapporti

$$\zeta = \frac{\xi_{max}}{v_0} = \frac{a}{g}$$
$$\zeta = \frac{\xi_{max}}{v_0} = \frac{2 \; L}{g \; T}$$

ossia la sovrapressione massima riferita all'unità di velocità, ne è indipendente.

Questa nuova grandezza funzione della sola variabile indipendente

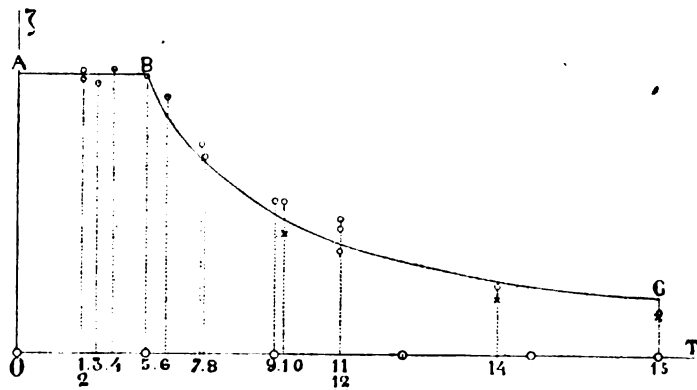



Fig. 8.

T è stata rappresentata graficamente nel diagramma $A \; B \; C$ fig. 8 e, per constatare l'accordo fra la teoria e l'esperimento, abbiamo riportato su questo diagramma i risultati delle singole esperienze.

Fra le numerosissime esperienze eseguite dal Camichel sulla condotta di Soulom ne abbiamo scelte 15, fra le quali sono comprese le tre esperienze di cui facemmo uno studio dettagliato nei § 6, 7, 8, 9.

I risultati di queste esperienze sono riportati nella Tabella X e rappresentati nella fig. 8.

I dati caratteristici della conduttura sono:

$$L = 536{,}36; \quad D = 0{,}810 \quad S = 0{,}515; \quad H = 252{,}5$$
$$a = 1068; \quad T_0 = 1''$$

TABELLA X.

N	v_0	T	ξ	ζ	ξ_1	ζ_1	R_1	ξ_2	ζ_2	R_2
1	0.1747	0.50	19 02	108.8	18.80	107.6	0.9884			
2	0.2184	0.50	23.78	108.8	23.80	109.0	1.0010			
3	0.2330	0 625	25.36	108.8	24.30	104.3	0.9582			
4	0.2912	0.75	31.70	108.8	32.00	109.9	1.010			
5	0.4174	1.00	45.44	108.8	45.00	107.8	0.990			
6	0.4124	1.16	38.70	93.83	41 25	100.0	1.066			
7	0.5824	1.44	44.03	75.60	47.20	81.04	1.072			
8	0 816	1.46	60.85	74.57	62.00	75 98	1.019			
9	1.097	2.00	59.71	54.43	65 00	59.25	1.089			
10	1.097	2.083	57.34	52.27	63.00	59.04	1.104	51.36	46.82	0.8957
11	1.131	2.50	49.24	43.55	56 30	49.79	1.143			
12	1.179	2.50	51.36	43.55	62.50	53.00	1.219			
13	1.365	2.50	58 09	43.55	56.30	41.24	0.969			
14	1.900	3.75	55.16	29.03	52.25	27 50	0.947	42.54	22.39	0.7112
15	2.844	5.00	61.92	21.77	47.50	16.70	0.767	41.51	15 86	0.6703

In questa Tabella

v_0 rappresenta la velocità all'inizio della chiusura;

T la durata della chiusura;

ξ ilvalore della sovrapressione massima calcolato con la formola Allievi-Michaud;

ζ il rapporto $\frac{\xi}{v}$;

ξ_1 il valore sperimentale della sovrapressione massima dato dai diagrammi manometrici;

ξ_1 il rapporto $\frac{\xi_1}{v_0}$;

R_1 il rapporto $\frac{\zeta'}{\zeta}$;

ξ_2 il valore della sovrapressione massima calcolato con l'ipotesi della chiusura lineare;

ς_2 il rapporto $\frac{\xi_2}{v_0}$;

R_2 il rapporto $\frac{\zeta_2}{\zeta}$.

Nella fig. 8 abbiamo riportato il diagramma $A \; B \; C$ che rappresenta la legge di variazione della pressione massima secondo la formola da noi proposta. Questo diagramma è stato descritto prendendo per ascisse le durate di chiusura T riferite al semiperiodo T_0 e per ordinate il rapporto $\zeta = \frac{\xi}{v_0}$. I valori delle ζ_1 ζ_2 contenuti nella Tabella X, sono stati raffigurati nel disegno per mezzo di punti, e precisamente i punti $(1)_1$ $(2)_1$ $(3)_1$ . . . $(15)_1$ relativi alle ζ_1 sono stati contrassegnati con un cerchietto, i punti $(1)_2$ $(2)_2$ $(3)_2$ . . . $(15)_2$ relativi alle ζ_2 sono stati contrasegnati con una crocetta.

Considerando la curva $A \; B \; C$, raffigurante la formola da noi proposta, relativamente alla posizione dei cerchietti che rappresentano i risultati sperimentali, troviamo che questi seguono molto bene l'andamento generale di quella. I massimi distacchi sono contenuti nei limiti di una discreta approssimazione.

Considerando poi la stessa curva relativamente alla posizione delle crocette, che rappresentano i risultati teorici nell'ipotesi della chiusura lineare, troviamo un divario alquanto maggiore; donde deduciamo che nei casi su riportati la formola semplicissima da noi proposta dà pel calcolo della sovrapressione valori più prossimi alla realtà di quelli che si ottengono dalla teoria esatta, basata sull'ipotesi, comunemente accettata, della chiusura lineare.

Rammentando in fine che in questo genere di problemi è impossibile ottenere risultati del tutto conformi alla realtà, veniamo alla conclusione che la formola da noi proposta soddisfa alle esigenze della pratica, e merita perciò di essere sostituita a quelle che sono ora comunemente in uso.

Castelplanio (Prov. Ancona), 21 Ottobre 1920.

LO STATO PRESENTE DELLA ILLUMINAZIONE PUBBLICA IN ITALIA ED IL SUO AVVENIRE

Ing. GUIDO PERI.

Intendo quì di parlare di ill.ne elettrica: l'enorme rincaro dei carboni fossili ha modificato profondamente i termini del confronto economico tra lampada a gas e lampada elettrica, già, prima della guerra, favorevoli all'impiego dell'elettricità, cosicchè nelle presenti condizioni di approvvigionamento e di costo del fossile, non è più questione di superiorità della lampada elettrica, ma impellente necessità di affrettare al massimo grado la sostituzione della ill.ne a gas con ill.ne elettrica in quelle città ove, attualmente e sfortunatamente, la ill.ne elettrica non è ancora generale.

Per questo riguardo si trovano ora molto meglio le città, non molte invero, in cui prima della guerra il sistema di ill.ne impiegato, o per lo meno preponderante, era quello ad elettricità, come pure le città, che, utilizzando le linee elettriche di distribuzione ai privati, trasformarono durante la guerra, i fanali a gas in fanali elettrici; questa trasformazione in genere fu fatta d'urgenza sostituendo semplicemente al becco Auer la lampadina elettrica ed alla diramazione del gas una derivazione dalle linee elettriche urbane.

Dato il prezzo cui già era salito il gas, la economia di spesa realizzata con questi impianti elettrici provvisori, o semi provvisori, ha consentito di pagare il costo degli impianti stessi in uno o due anni di esercizio. In Torino la soppressione della ill.ne a gas fu completa, circa 8000 becchi; in qualche altra grande città, invece la ill.ne a gas è ancora preponderante.

✶

Nel campo della ill.ne elettrica, sin da quando, nel 1912, la lampada a tungsteno in gas inerte sorta dalle esperienze di Irving e Langmuir aveva iniziato la sua incontrastata diffusione in America ed in Europa, riconducendo la tecnica costruttiva ai principi che Edison aveva intravisto prima che ne fosse matura l'applicazione, era nata discussione se fosse più conveniente l'impiego degli archi o del tungsteno. Le mutate condizioni attuali del mercato, la difficoltà di approvvigionamento degli elettrodi, di cui si è per la quasi totalità tributari dell'estero, il maggior rincaro della spesa di mano d'opera rispetto alla spesa di corrente, hanno tolto ogni ragione al dibattito, portando, in Italia, alla soppressione delle lampade ad arco, come s'è imposta la eliminazione delle lampade a gas.

Non diversamente, per ragioni ovvie, si presenta l'orientamento in materia di ill.ne all'estero, ove, però, per condizioni differenti della situazione, le nuove tendenze non presentano ovunque un carattere di stringente necessità come da noi. A Londra sono ancora in uso in gran copia le lampade a gas, la cui luce verdognola aranciata è gradita al pubblico perchè filtra con facilità attraverso la caligine e la nebbia. In America nessun impianto di lampade a magnetite è stato sostituito con l'incandescenza a tungsteno, e parecchie sono ancora le città in cui gli impianti a magnetite vengono estesi.

Torino ha dovuto togliere dal servizio durante la guerra un circuito di lampade a magnetite a 6,6 ampere alimentato con trasformatore a bobine mobili e raddrizzatori di corrente a vapore di mercurio, il cui funzionamento, dopo le incertezze dei primi periodi di prova, dovute alla novità dell'installazione, aveva giustificato pienamente l'adozione del nuovo sistema, confermandone la riuscita. Basti dire che la durata delle ampolle raddrizzatrici di corrente, che sembrava costituire il punto più debole e delicato dell'esercizio; era arrivata negli ultimi tempi, per qualche ampolla a sorpassare le 10 000 ore, grazie agli accorgimenti impiegati nel loro trasporto e nella loro manutenzione in servizio.

Uguale provvedimento fu dovuto adottare dalla città di Padova pei suoi 170 archi a magnetite 4 ampere alimentati da macchinario rotante.

Contemporaneamente sparirono dalle varie città in cui erano stati installati, essenzialmente a titolo di esperimento, gli archi a fiamma chiusi.

✶

Il confronto economico tra la lampada a tungsteno e la lampada ad arco poggia, come è noto, sul valore relativo dei seguenti due termini della spesa di esercizio: *spesa di manutenzione* (incluso rinnovo lampade od elettrodi), *spesa di energia*.

Gli archi a fiamma richiedono in media un consumo di 0,25 - 0,30 watt per cand. m. e. i., le lampade a tungsteno un consumo a intensità di corrente elevata, di 0,5 watt per cand. m. e. i.; la durata degli elettrodi dell'arco è però non superiore ad 1/10 della durata del filamento di tungsteno; e per di più la lampada ad arco, la quale rappresenta un meccanismo vero e proprio, di costo piuttosto sensibile, dev'essere ammortizzata in pochi anni, mentre la lampada a tungsteno, come genere di rinnovo, non si ammortizza.

Si aggiunga che all'atto della comparsa del tungsteno in gas inerte le lampade ad arco chiuso avevano raggiunto, o quasi, il maggior grado di perfezione consentito, mentre la costruzione delle lampade a tungsteno in gas inerte fu in seguito perfezionata nel senso di accrescerne la durata di combustione e diminuirne il costo di fabbricazione.

Non è nemmeno fuor di luogo notare che gli esperimenti di ill.ne pubblica eseguiti avanti guerra cogli archi a fiamma chiusi non erano stati completamente convincenti, avendo sortito nelle varie città risultati opposti, in ragione specialmente della fluttuazione di luce e della sua instabilità di colorazione.

Restando nel puro campo economico, nelle condizioni attuali e per costo del kW-ora di L. 0,05 l'esercizio delle lampade a tungsteno rimane più conveniente che gli archi sino a potenza delle lampade di 3000 candele m. e. i.

Per costo del kW-ora di L. 0,10 la convenienza dell'arco comincerebbe a partire da potenze di 1500 candele. Ora nelle ill.ne stradale, con lampade a tungsteno di 1000 candele orizzontali (le quali con equipaggiamenti razionali di riflettore e globo corrispondono a circa 1000 candele m. e. i.) si ha una ill.ne sufficiente ampiamente alle maggiori esigenze della viabilità e del traffico; e pertanto di regola non si adottano potenze luminose maggiori.

Risulta da ciò che, prescindendo dall'attuale difficoltà di approvvigionamento degli elettrodi, l'arco chiuso a carboni a fiamma, che sembrava destinato a imprimere un nuovo indirizzo alla tecnica della ill. ne, ha già chiuso il suo ciclo di vita, ed i futuri miglioramenti nel campo della ill.ne, dato che la lampada a tungsteno ha già raggiunto il maggior grado di sfruttamento permissibile dalla natura stessa del filo, potrebbero forse attendersi dalla lampada a magnetite, a carbone di titanio, od analoghe, nel campo, sempre, della emissione per luminescenza.

✶

La lampada a tungsteno in gas inerte è essenzialmente una lampada a forte intensità di corrente. Coll'aumentare della grossezza del filo aumenta la sua capacità calorica, diminuisce cioè rapidamente la perdita di calore per convezione attraverso il gas che riempe il bulbo, e cresce il rendimento. Pei fili sottili, invece, la perdita di calore attraverso il bulbo non è compensata dalla maggiore emissività del metallo, conseguente alla maggior temperatura, e si cade nel paradosso che la lampada, cosidetta mezzo-watt, consuma più della analoga lampada con filamento in vuoto, cosidetta mono-watt.

Nè ciò è sempre un inconveniente. In qualche città i fanali di testa delle tramvie urbane sono alimentate con lampade in gas inerte, del consumo di 1,20 watt/cand. Ma la concentrazione del filamento in un piccolissimo spazio, quasi in un punto, permette di dare al fascio proiettato dal riflettore tale intensità, che non sarebbe possibile ottenere con una lampada a filamento ordinario anche di potenza molto maggiore.

Generalmente parlando, la convenienza delle lampade in gas inerte per fili di piccolo diametro è illusoria. Mentre per un filamento a 20 ampère (diam. $\frac{500}{1000}$ mm) il rendimento si può ritenere in media di 22 lumen per watt (equivalente ad un consumo di 0,45 watt per cand. orizz.), per un filo a 4 ampère (diam. $\frac{180}{1000}$) detto rendimento è di 13 lumen per watt (consumo specifico = 0,75) e per un filo a 0,4 ampère (diam. $\frac{26}{1000}$) diventa 10 lumen per watt (consumo specifico = 1), cioè pari a quello dei filamenti in vuoto.

Consegue che per la ill.ne stradale a piccola potenza (60 - 200 cand. orizz.) non sempre le lampade cosidette mezzo-watt sono preferibili a quelle monowatt.

Una lampada da 100 cand. orizz. 120 volt, consuma 100 watt, se con filamento in vuoto ed 83 watt se con filo in gas inerte. Per 1000 ore di durata della lampada e costo dell'energia L. 0,12 il kW-ora l'economia di corrente realizzabile colla lampada tipo mezzo-watt nelle 1000 ore è di L. 2; ma il maggior costo di acquisto della lampada in gas inerte rispetto a quella in vuoto supera L. 2 (si può ritenere da L. 4 a 6).

L'impiego più vantaggioso delle lampade in gas inerte si ha con filamenti grossi, ossia la lampada a tungsteno in gas inerte è essenzialmente una lampada per distribuzione in serie.

E' indubitato che questo è uno dei motivi, se non il principale, dell'attuale riaffermarsi ed estendersi nelle nostre città dei circuiti in serie per ill.ne pubblica, circuiti già un tempo, circa una trentina

d'anni fa, piuttosto usati per l'alimentazione, con dinamo a corrente costante, di serie di lampade ad arco, e soltanto ripresi in considerazione da qualche anno, in seguito ai persuasivi risultati dall'esempio americano ed all'esperimento favorevole degli impianti di Torino.

✶

La scomparsa degli archi, la cresciuta richiesta delle lampade a tungsteno ed il rapido generalizzarsi dell'impiego di quelle in gas inerte non hanno consentito alle nostre Case fabbricanti, non ostante l'aumentata potenzialità di produzione, di far fronte, pari passo, al fabbisogno nazionale.

Ciò è dipeso essenzialmente dalle difficoltà di approvvigionamento del materiale necessario, come tungsteno, vetro e nikel.

Altre difficoltà provengono dalla deficiente qualità del vetro e del cristallo, la cui lavorazione alla fiamma si presenta più o meno agevole a seconda della sua composizione, e che specialmente nelle lampade in gas inerte, a causa del notevole riscaldamento cui può andar soggetto, può screpolarsi e dar luogo a filtrazioni d'aria.

Attualmente la fabbrica di Alpignano (Torino) può trafilare 20 000 metri di filo di tungsteno e molibdeno al giorno nei vari diametri.

Si sono create nuove fabbriche, ma non tutte, per le inevitabili incertezze dei primordi della lavorazione, hanno corrisposto alle aspettative. Altre, acquistata la pratica e gli accorgimenti delle fabbricazione, si vanno man mano affermando, cosicchè non vi è dubbio che con un più pronto rifornimento delle materie e coll'impiego di nuovi mezzi e di nuove macchine, potrà consolidarsi anche da noi una grande industria italiana delle lampade.

Si è attenuata intanto una delle difficoltà più sentite sino a qualche tempo addietro, per l'approvvigionamento dall'industria nazionale dei tipi di lampade per funzionamento in serie, che per non essere ancora molto diffusi in Italia, erano considerati finora come tipi speciali.

La principale casa italiana fabbricante di lampadine costruisce al presente correntemente le lampade - serie in gas inerte per tutte le intensità di corrente: 4 - 6,6 - 7,5, - 9,6 - e 20 ampere. Della produzione attuale di detta Casa 1/10 circa è per lampade in serie. La produzione delle lampade-serie non è ancora molto sviluppata per le grosse lampade in conseguenza specialmente della mancanza del filo di tungsteno di diametro rilevante, per cui la trafileria di Alpignano, ora detta, non possiede ancora un'attrezzatura adeguata alla importanza della richiesta.

In genere la tecnica costruttiva risente alquanto del presente stato di irrequietezza e di superproduzione, per cui la quantità del prodotto riversato affrettatamente sul mercato va a scapito talvolta della sua qualità.

In certi tipi di lampade serie sono state riscontrate da un esemplare all'altro della stessa partita variazioni nella tensione assorbita anche del 20%; eccezioni, queste che le Case costruttrici possono eliminare senza speciali difficoltà.

✶

E' noto che un filamento di tungsteno può funzionare egualmente bene a regimi, ossia a temperature, leggermente differenti, colla sola conseguenza che resta alterato il rapporto fra il rendimento in luce e la durata. Poichè il rendimento luminoso determina il consumo d'energia e la durata il rinnovo lampade, è evidente che per ogni prezzo del kW-ora e dell'acquisto lampade si avrà un regime di funzionamento di minimo costo. Questo regime si verifica precisamente quando la somma della spesa di energia e del rinnovo lampade, termini, i cui valori variano in senso opposto col variare del regime stesso, risulta la minima.

Il consumo specifico più economico acquista valori crescenti col diminuire del costo dell'energia e col crescere del costo delle lampade. Col crescere della potenza delle lampade il consumo specifico più economico si sposta verso valori più bassi. Quest'ultima condizione è soddisfatta nella pratica costruttiva, poichè questa attribuisce ai filamenti di maggior diametro, anche se in vuoto, minor consumo specifico. Ma, data la variazione del costo dell'energia da regione a regione, e la varietà dell'impiego dell'energia stessa, cioè ad es. se per ill.ne pubblica o privata, non è possibile stabilire a priori un regime più economico per tutte le lampade, perchè i regimi sarebbero infiniti.

Il regime del filo, in rapporto alla durata e al rendimento, è stato stabilito praticamente, fissando come base una durata di 800/1000 ore e facendo variare il consumo specifico in relazione al diametro del filo di tungsteno impiegato.

Viene però subito alla mente che, nelle attuali condizioni di dopo guerra, in cui il rincaro delle lampade è molto più sensibile di quello dell'energia, gli utenti avrebbero tutto il vantaggio di avere a disposizione lampade di maggior durata. Un orientamento in questo senso non s'è ancora manifestato nella tecnica costruttiva, sia perchè l'alterazione dei prezzi di cui sopra non è un fenomeno di definitivo assestamento, sia perchè per le cause generali suddette il regime più economico delle lampade sarebbe sempre eminentemente instabile a seconda delle località e dei servizi.

Quello che intanto sarebbe opportuno è che anche presso di noi, come da antica data si pratica in qualche altro paese, le lampade di una data tensione di classifica fossero costrutte per varii regimi di funzionamento (la G. E. Co classifica le lampade per tre rendimenti: alto, medio, basso), in modo che l'utente possa proporzionare il rendimento della lampada alla sua durata, in relazione alle condizioni particolari del suo impianto. Si rifletta in proposito che un aumento del 8% nel consumo specifico (quale si ha ad es., alimentando una lampada a 120 invece che a 124 volt) produce un aumento di circa il 70% nella durata utile.

Per quanto riferiscesi alle lampade-serie per ill.ne pubblica la questione è assai più semplice, trattandosi di variare la intensità di corrente mediante regolazione del circuito-serie; se il circuito è alimentato con un trasformatore regolato ad un avvolgimento mobile, questa regolazione può eseguirsi con molta facilità e con sensibilità di 1/10 di ampere variando il contrappeso della bobina.

★

Un utile passo verso una chiara intesa su la intensità luminosa delle lampade si farebbe, se, invece di continuarle a classificare in candele, che vorrebbero essere candele orizzontali, e sovente non hanno significato alcuno, fossero classificate in candele sferiche o lumen (candele sferiche x 4π). (¹).

Le « candele orizzontali » sono sufficienti a dare la misura del flusso di luce emesso dalle lampade, fino a che tutte le lampade hanno il filamento avvolto allo stesso modo. Questa classificazione poteva pertanto bastare a individuare la potenza delle lampade nei primi periodi del loro sviluppo quando non esistevano che lampade in vuoto ed i filamenti erano tutti avvolti a zig-zag.

Ma col generalizzarsi e col perfezionarsi della costruzione, e coll'avvento delle lampade in gas inerte, il filo nel bulbo cominciò a essere disposto in svariatissimi modi, cosicchè variando per ogni disposizione del filo il fattore di riduzione sferica della lampada (cand. sferiche/cand. orizzont.) la nozione di candele orizzontali ha perduto di necessità ogni significato comparativo.

Nelle lampade in gas inerte predomina la tendenza a disporre il filamento in un piano ed in quelle a forte potenza, che possono avere il filo di notevole lunghezza, l'avvolgimento può assumere forme svariatissime.

Se, nonostante la confusione che ne segue, la terminologia illogica ed erronea delle candele orizzontali continua a sussistere, bisogna pur convenire che... la forza dell'abitudine è grande. E' interesse precipuo delle Case fabbricanti, per la serietà e garanzia di bontà del loro prodotto, che si addivenga ad una classificazione delle lampade meno ambigua. Molte fra le principali Case estere hanno già dato l'esempio: bisogna seguirlo. Non è certo il consumatore, che può assumersi l'iniziativa di rinnovare un sistema; sono le Società produttrici che sui loro listini, sulle loro offerte, con l'autorità del loro nome hanno tutto il mezzo di farlo.

In tema di ill.ne, presso di noi, si procede con alquanta lentezza. Ci sono delle Società fabbricanti, parlo delle principali, che non hanno ancora a disposizione un fotometro per la determinazione dell'intensità sferica; tutte continuano a basarsi per la determinazione della intensità luminosa sulla candela Hefner, mentre esistono da tempo campioni elettrici ad incandescenza, di valore costante e facile maneggio, tarati con precisione in candele internazionali.

Questo stato di cose è indubbiamente una conseguenza anche delle difficoltà inerenti e conseguenti al lungo periodo di guerra; e v'è ragione a credere che presto potrà essere convenientemente mutato.

★

La tecnica della ill.ne a gas, per quanto riguarda la disposizione dei sostegni delle lampade, s'era orientata, per necessità stessa della distribuzione del gas, verso i bracci a muro ed i candelabri, essendo assai poco agevole condurre il gas a lampade isolate sull'asse stradale.

La ill.ne elettrica sostituendosi alla ill.ne a gas ha realizzato, due miglioramenti notevoli: l'alzamento dal suolo della sorgente luminosa con guadagno della uniformità della ill.ne ed il distanziamento dai muri degli edifici dei focolai luminosi con guadagno nella utilizzazione della luce emessa.

Il sistema migliore di ill.ne è disporre le lampade al centro di ampi spazi, ad una sufficiente distanza dai muri, in modo che il flus-

(¹) Vedasi *L'Elettrotecnica*, 5 maggio 1917.

so luminoso possa essere utilizzato quasi tutto per la ill.ne della strada riducendo al minimo la percentuale dello stesso che colpisce la facciata degli edifici e ne è in gran parte assorbito.

Il fattore riflessione dei muri, che ha una gran importanza nella ill.ne degli ambienti chiusi, ove specialmente per l'azione del soffitto, può anche raddoppiare il valore della ill.ne orizzontale, dovuta alla luce direttamente incidente, esercita una azione piccolissima, quasi trascurabile, nella ill.ne stradale, ove il meccanismo della riflessione si esercita tra semplici pareti verticali, sovente di colore oscuro e ricoperte di polvere.

In una strada illuminata con lampade allineate lungo la mezzaria, la ill.ne orizzontale media può risultare del 20-40% più alta di quale si avrebbe se le stesse lampade fossero disposte sui due fianchi.

Per quanto riferiscesi alle armature delle lampade, in parte sono state adottate per le nuove lampade a incandescenza le lanterne delle scomparse lampade ad arco. Occorre notare che l'adattamento sia eseguito razionalmente, per assicurare la ermeticità della lanterna rispetto agli agenti atmosferici, la ventilazione e la dispersione di calore e la più completa irradiazione della luce. Per le armature nuove c'è tendenza ad emanciparsi dall'importazione estera; molte sono le nostre officine che costruiscono attualmente armature per lampade, in cui nè il lato ornamentale nè quello fotometrico lasciano nulla a desiderare. Qualche Ditta ha già pure intrapreso con successo la fabbricazione dei rifrattori (globetti in vetro prismatico) [2]. Ammessa la necessità di sottrarre la sorgente luminosa alla visione diretta ciò può ottenersi in due modi: o col vetro opale, ogni particella del quale, colpita dai raggi diretti, diventa sorgente secondaria di luce ed emette per diffusione, o col vetro prismatico, il quale agisce per rifrazione. Il vetro opale assorbe con facilità sino al 60% della luce e, quel che è più, tende ad uniformare la emissione di luce dando luogo a ineguale distribuzione della ill.ne; il vetro chiaro assorbe il 10% o poco più, e permette di realizzare qualsiasi distribuzione di luce e d'ill.ne.

I rifrattori sono usati su larga scala negli impianti di ill.ne pubblica di Torino.

✱

Lo sviluppo degli impianti di ill.ne con lampade in serie è una conseguenza, come si è detto, dello sviluppo delle lampade in gas inerte. Gli impianti di Torino, Milano, Roma, Messina ect. sono predisposti per circuiti in serie. In qualche altra città il progetto di impianti-serie è stato abbandonato per la difficoltà di approvvigionamento dalla industria nazionale del relativo materiale e per lo squilibrio dei cambi coll'estero.

A Torino il Comune attende per suo conto alla preparazione dei portalampade tipo serie con dispositivo di corto circuito ed alla preparazione ed al montaggio delle armature per lampade.

Le lampade a piccola potenza (600-2000 lumen) [3] hanno, per le usuali intensità di corrente cui sono usate, filamenti assai corti ed assorbenti quindi dalla linea una piccola tensione, cosicchè in genere si può fare una serie di 30-50 lampade, senza oltrapassare la tensione di 500 volt; ciò favorisce molto la formazione dei circuiti-serie, potendosene limitare la tensione massima a valori non troppo elevati, specialmente nei riguardi della incolumità delle persone.

Per le lampade a forte potenza (4000-10 000 lumen), la formazione di una serie discreta porta sempre a tensioni di linea di qualche migliaio di volt, cosicchè o si riduce possibilmente il numero delle lampade costituenti una serie, o si attuano le provvidenze che l'uso dell'alta tensione impone.

Una pratica che tende farsi strada anche da noi, è di elevare la corrente alla lampada, rispetto a quella della linea, per usufruire di più alto rendimento. Se per tale scopo si usa un trasformatorino con avvolgimenti distinti, e si pone il trasformatorino nel suolo, si realizza l'oggetto di isolare la lampada e le condutture montanti, rispetto all'alta tensione del circuito primario.

Per piccole lampade l'impiego di un trasformatorino per ciascuna non è conveniente. In tal caso il trasformatore di corrente può adibirsi, invece che all'alimentazione di una lampada, all'alimentazione di una serie parziale di 10 o 20 lampade. Tutti i gruppi di lampade così formati sono alimentati dal cavo primario ad alta tensione e ad intensità costante, mediante l'intermediario dei rispettivi trasformatori-serie ora detti.

Torino, 25 gennaio 1921

[2] *L'Elettrotecnica*, anno 1919, N. 28.
[3] Per fattore di riduzione sferica 0,8 il fattore di passaggio dai lumen alle cand. orizz. è $\frac{1}{10}$.

LA CENTRALE RICEVITRICE E TERMICA DELL'ENTE AUTONOMO VOLTURNO IN NAPOLI □ □ □ □ □ □ □ □ □

(Continuazione e fine, v. N. 5)

III. — RISERVA TERMICA.

La riserva termica è costituita da tre gruppi Diesel-alternatore per complessivi 3000 kilowatt, completi di ogni accessorio. (V. fig. N. 10)

I tre motori Diesel sono stati costruiti e installati dalla Casa Fratelli Sulzer di Winterthur. Essi sono del tipo a due tempi e a semplice effetto, 4 cilindri verticali, velocità 140 giri al 1'. Ogni motore ha due pompe per aria di lavaggio, ed un compressore con due cilindri a bassa, uno a media ed uno ad alta pressione.

Il lavaggio avviene mediante doppio ordine di luci, praticate nella zona inferiore dei cilindri, delle quali le inferiori situate allo stesso livello delle luci di egresso dei gas combustibili, e le superiori con valvole che si sollevano per iniettare aria fresca, al momento in cui sta per cominciare la compressione.

La trasmissione del moto dallo stantuffo alla testa di biella avviene mediante perno a testa crociata, munita di quattro pattini, largamente dimensionati in corrispondenza degli sforzi tangenziali che si annullano sulle doppie guide abbondantemente lubrificate. Le pompe di lavaggio sono comandate dall'albero motore con steli, che portano anche gli stantuffi dei due compressori a bassa pressione. (V. fig. N. 11)

I coperchi dei cilindri sono collegati direttamente allo imbasamento del motore a mezzo di quattro robuste colonne di ferro, che elidono gli sforzi di trazione scaricandone le parti di ghisa.

Tutto il motore è completamente chiuso, come in un grande carter in ghisa ed a sportelli, per modo che gli spruzzi di lubrificante proiettati contro le pareti dai vari movimenti si raccolgono nella base ove si muove l'asse motore. (V. fig. 12 rappresentativa del basamento durante il montaggio.)

La refrigerazione d'acqua delle teste di stantuffo si effettua con tubazioni separate da quelle di raffreddamento dei cilindri e dei compressori, essendo ottenuta la maggiore pressione necessaria con speciali pompe elettriche sussidiarie.

I gas della combustione sono allontanati da idonee tubazioni scendenti al collettore sotterraneo, comunicante col camino d'uscita col tramite di opportuni barilotti di smorzamento.

L'aria pel lavaggio proviene dall'esterno dopo essersi purgata della polvere in opportuni filtri. La sorveglianza del regolatore centrifugo, nonchè delle valvole di alimentazione del combustibile con relativo albero di comando, ed il comando delle valvole d'immissione dell'aria per l'avviamento, sono facilitati dalle piattaforme all'altezza delle teste di cilindro, tutte collegate fra loro con passerelle in ferro.

Tutte le bottiglie dell'aria compressa sono riunite fra loro con tubazioni, in modo da essere collettivamente utilizzate per l'avviamento di ciascun motore, e caricate dal compressore ausiliario ad azionamento elettrico, che durante i lunghi intervalli di riposo dei macchinari viene messo in funzione per mantenere la conveniente pressione.

I motori furono provati nelle Officine della ditta Sulzer a Winterthur dal dott. E. Dolder, mediante freno idraulico a bilancia, col risultato contenuto in questa tabella.

POTENZA EFFETTIVA E RENDIMENTO MECCANICO DEI DIESEL-SULZER DA 1470 HP (prove in fabbrica).

Indicazione dei motori	Potenza effettiva HP.	Consumo combustibile per cavallo effettivo e per ora gr.	Pressione media kg-cm²	Potenza indicata HP.	Rendimento meccanico
Motore Diesel	1468	205,2	7,06	2085	0,704
N. 1 (tipo	1084	203	5,42	1597	0,679
Sulzer 4 Z,200	734,4	220,5	4,35	1285	0,570
Motore Diesel	1480	205	6,85	2040	0,726
N. 2	1110	196,6	5,31	1573	0,706
idem	741	214,5	3,89	1160	0,638
Motore Diesel	1472	207	6,86	2030	0,725
N. 3	1102	202,5	5,41	1595	0,692
idem	740	214	3,87	1150	0,643

Pertanto può ritenersi il rendimento medio meccanico di 0.72 a pieno 0.69 a tre quarti, e 0.62 a mezzo carico.

In opera, nella Centrale del Volturno, le prove furono eseguite da una Commissione costituita dai Signori: ing. prof. Luigi Lombardi, prof. Gian Domenico Mayer e ing. Domenico Lo Gatto.

In dette prove, essendo ogni motore montato col relativo alternatore, non è stato possibile di determinarne il rendimento isolato.

Tuttavia, a mezzo dei diagrammi, venne controllata la corrispondenza dei vari dati della su trascritta tabella per la potenza indicata, e fu ricavata dai consumi unitari di combustibile pel gruppo Diesel-alternatore, la indiretta conferma dei rendimenti meccanici sopra riportati.

In queste prove di collaudo si sono avuti i seguenti risultati:

a) compressione massima 33 a 34 kg per cmq con punte raggiungenti kg 38 per cmq.

Questi risultati delle verifiche di collaudo sono abbastanza prossimi a quelli di effettivo esercizio, essendosi constatato che nel caso di funzionamenti dei vari gruppi di una certa durata, in condizioni di carico oscillanti fra quei limiti, e col fattore di potenza dell'impianto non discendente sotto al cos $\varphi = 0.8$ il consumo di olio pesante si aggirò intorno ai 350 grammi per kWh, aumentando però anche notevolmente oltre questo limite, per le piccole durate di funzionamento nei casi di frequenti avviamenti, e specialmente con piccoli carichi.

Oltre i tre gruppi Diesel-alternatore suindicati, a due tempi e da 1000 kilowatt, nella Centrale del Volturno si trova installato un piccolo gruppo Diesel-alternatore da 100 kilowatt, per servizi accessori e di officina. Il motore è del tipo Sulzer a tre cilindri, a 4 tempi ed a 194 giri e proviene dalla officina della Sulzer a Ludwigshafen sul Reno. (V. fig. N. 13)

Le prove ergometriche ivi eseguite hanno dato i seguenti risultati:

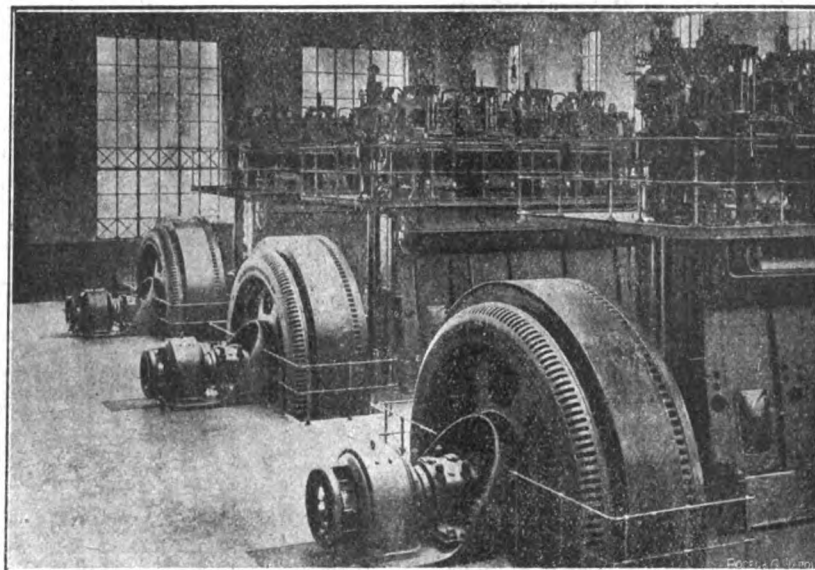



Fig. 10. — *a*) Gruppi da 1000 kW.

b) pressioni medie per cmq di kg 4.20 - 6.10 - 6.90 - 8.00 rispettivamente per 1/2 - 3/4 - 4/4 - 11/10 di carico.

Essendo la corsa di mm 840, il diametro di 600 mm il numero dei giri di 140, si è trovato per velocità dello stantuffo m 3.92 e per potenza indicata in corrispondenza di quelle quattro condizioni di carico, HP 1241 - 1802 - 2088 - 2363.

Dalle verifiche di collaudo dei consumi specifici dei gruppi Diesel-alternatore, è risultato che il kilowattora al quadro veniva generato con il consumo di olio pesante, variabile da gr 310 a gr 350 a seconda del carico fra pieno e mezzo carico, e del cos φ da 1 a 0.75.

Carico	Pressione media indicata	Consumo combustibile	Rendimento meccanico
	Kg-cmq.	gr. per cav-o-a	
1/2	4,17	222	0,598
3/4	5,47	203	0,688
4/4	6,78	193	0,743

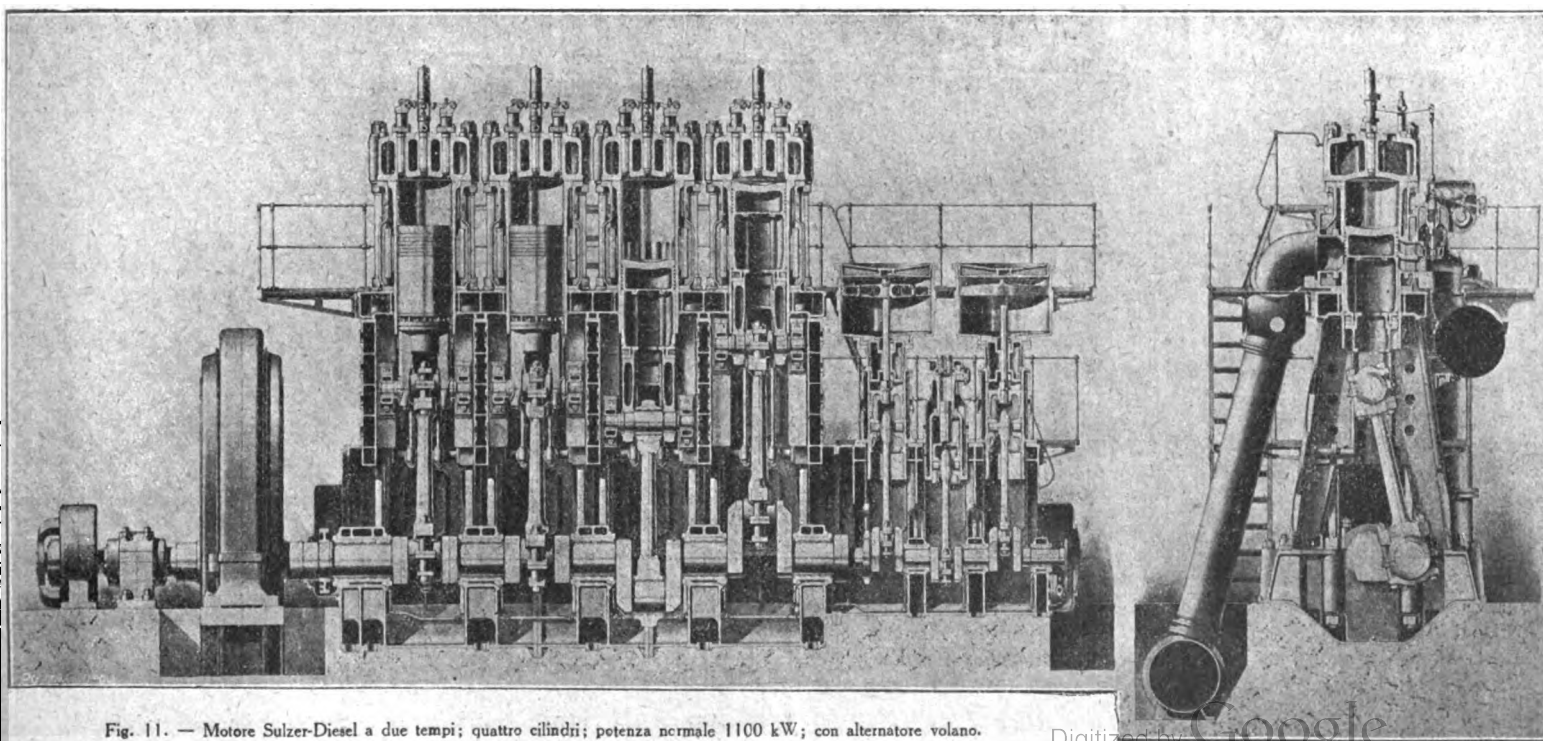



Fig. 11. — Motore Sulzer-Diesel a due tempi; quattro cilindri; potenza normale 1100 kW; con alternatore volano.

Il collaudo eseguito nella Centrale Volturno dalla sullodata Commissione ha confermato tali risultati.

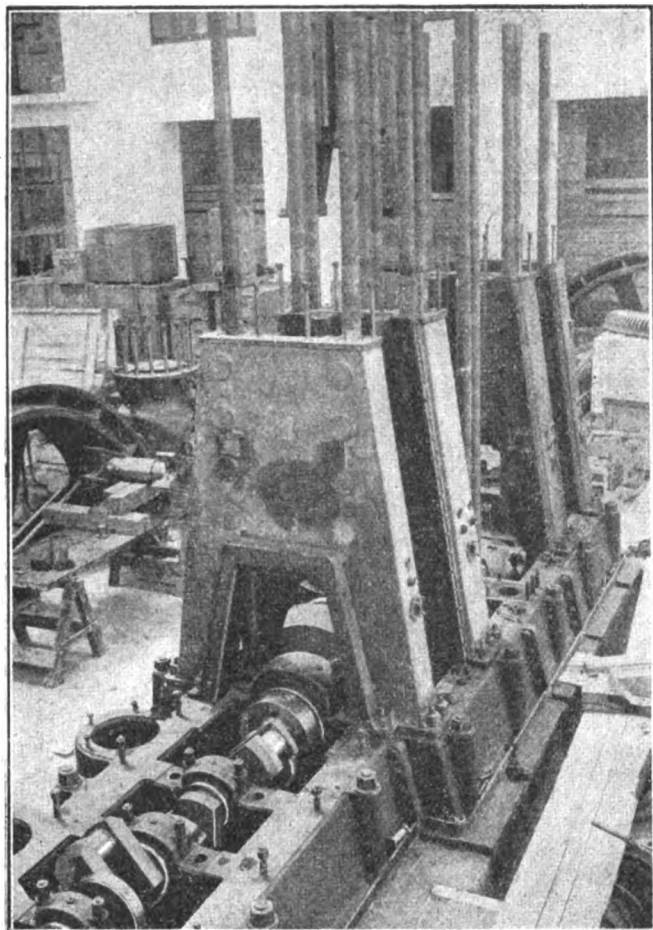



Fig. 12. — Motore Diesel durante il montaggio.

★

Tutto l'impianto termico di motori Diesel è corredato degli accessori occorrenti per un regolare esercizio. In questi impianti accessori notiamo:

a) tre gruppi di pompe elettriche, ciascuno costituito da motore elettrico trifase accoppiato direttamente a due pompe centrifughe, ognuna della portata di 100 mc all'ora, e delle quali l'una manda l'acqua fresca al serbatoio alimentatore delle tubazioni di refrigeramento macchine, e l'altra invia l'acqua calda al refrigerante Balcke.

b) tre gruppi di pompe elettriche per la sovrapressione dell'acqua di refrigeramento degli stantuffi dei grandi Diesel.

c) Due pompe centrifughe elettriche per il riempimento dei due serbatoi di 250 mc e dei quattro piccoli serbatoi della sala macchine, mediante l'olio pesante proveniente dai vagoni cisterna.

d) Un compressore d'aria ausiliario, azionato da motore elettrico per il riempimento delle bottiglie di riserva dei grandi Diesel con aria alla pressione di 70 atmosfere.

e) Una grue a ponte nella sala macchine con i tre movimenti ad azionamento elettrico e della portata di 25 tonnellate.

f) Una grue a ponte nell'officina riparazioni con alzata a movimento elettrico e della portata di 5 tonnellate.

g) Una pompa elettrica ad asse verticale per aumentare la portata del pozzo artesiano.

h) Officina riparazioni con buon arredo di macchine utensili.

Per la parte elettrica della Riserva termica meritano speciale attenzione i tre grandi alternatori volano a 140 giri da 1340 kVA ad 8650 Volt, calettati direttamente sull'asse del relativo Diesel, i quali

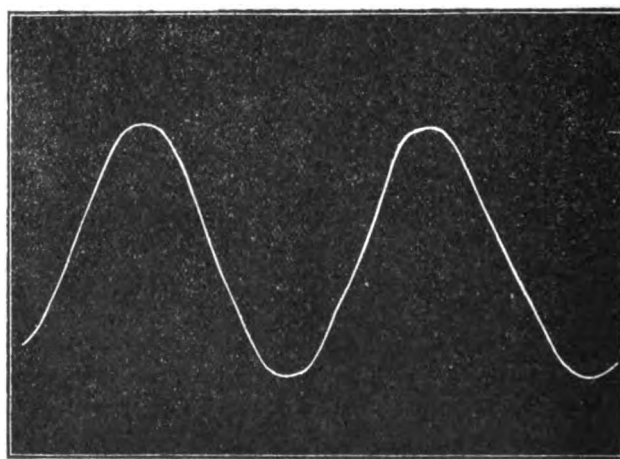



Fig. 14.

furono oggetto di uno speciale esame di collaudo da parte del chiarissimo prof. Lombardi.

Detti alternatori furono provati nella fabbrica della ditta fornitrice Oerlikon dal dott. Blattner.

Fig. 13. — Gruppo da 100 kW.

★

Nel collaudo degli alternatori si trovò che la caduta di tensione nel passaggio da pieno carico a vuoto era dell'ordine del 7 all'8% per cos $\varphi = 1$ e del 19 a 20% con fattore di potenza 0.75. La corrente di corto circuito fu trovata del triplo di quella normale con eccitazione di 220 ampere, corrispondente al carico normale, e non ec-

cedente il quadruplo della normale con la maggiore eccitazione corrispondente al fattore di potenza 0.75.

Il prof. Lombardi effettuò anche il rilievo oscillografico della curva f. e. m. ad eccitazione e frequenza normale, ricavando curve di f. e. m. di forma molto prossima alla sinussoidale. (fig. 14-15)

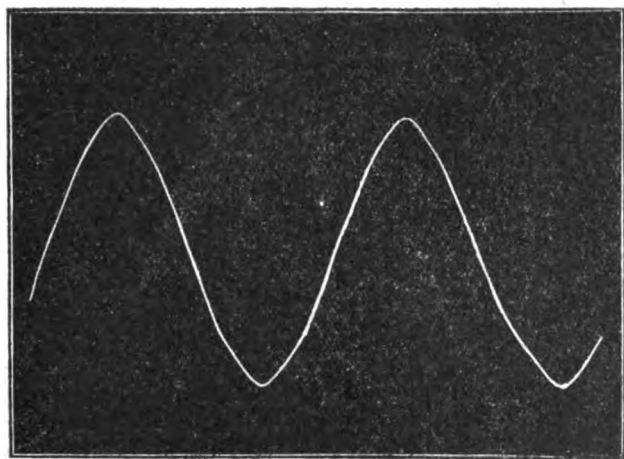



Fig. 15.

Anche il piccolo alternatore da 130 kVA accoppiato direttamente al Diesel a quattro tempi pei servizi di officine presentò alle prove di collaudo ottimi rendimenti, e caratteristiche buone sotto tutti i riguardi.

Ognuno degli alternatori ha l'indotto fisso interno, e l'induttore esterno volante, a 36 poli radicali sporgenti verso l'interno del volante, con l'eccitatrice direttamente calettata sull'asse, ed è calcolato per sviluppare la potenza di 1000 kilowatt con fattore di potenza 0.75 alla tensione normale; concatenata di 8650 Volt efficaci. Le tre eccitatrici sono esapolari per 300 ampere e 100 Volt.

Le singole perdite di energia ed i rendimenti determinati in fabbrica, per ognuno dei tre alternatori principali, sono riassunte nella seguente tabella:

Numero dell'alternatore	100139	100140	100141
	kW	kW	kW
Perdita per attrito e ventilazione	4,09	10,80	9,30
» nel ferro	21,03	21,20	22,70
» » rame indotto a 67 amp.	12,80	12,90	12,40
» » » » » 50 »	7,15	7,20	6,90
» » » » » 33,5 »	3,16	3,82	3,10
» in corto circuito » 67 »	15,00	13,95	13,80
» » » » » 50 »	7,10	8,80	8,75
» » » » » 33,5 »	4,37	3,52	5,00
» per eccitazione a 1000 kW	16,00	16,30	15,65
» » » » 750 »	15,65	15,95	15,30
» » » » 500 »	15,30	15,60	14,95
Rendimento per 1000 kW $\cos\varphi = 1$	0,930	0,925	0,927
» » 750 » »	0,920	0,916	0,916
» » 500 » »	0,898	0,807	0,890

SUNTI E SOMMARI

MISURE: METODI ED ISTRUMENTI.

V. M. MONTSINGER. — **Sul raffreddamento degli avvolgimenti dei trasformatori dopo staccati dal circuito.** (G. E. R.; U. S., dicembre 1919, pag. 1056).

Per determinare l'aumento di temperatura di qualsiasi tipo di avvolgimento si procede generalmente per via indiretta, misurando la variazione di resistenza da esso subita. Sperimentando su apparecchi a corrente alternata è ovvio che tale metodo non può applicarsi sotto carico. Perciò, assoggettando un trasformatore a misure del genere, è necessario, dopo raggiunto il periodo di regime, staccare ambedue gli avvolgimenti dai loro circuiti e inserirli in circuiti a corrente continua che permettano la misura della resistenza. Il tempo occorrente per tale operazione più quello necessario per far arrivare al regime il nuovo circuito a corrente continua non sarà mai inferiore ad un minuto e può raggiungerne anche tre o quattro; in tale periodo gli avvolgimenti di un trasformatore in olio si possono essere raffreddati approssimativamente di una quantità variabile da 1° a 12° centigradi. Per conoscere dunque con qualche precisione la vera temperatura di regime del trasformatore, occorre avere qualche concetto relativo a questo raffreddamento ed applicare corrispondentemente qualche correzione alla temperatura misurata.

L'autore si propone precisamente di esaminare questo fenomeno, finora assai poco studiato, per trarne qualche risultato semplice e pratico.

In condizioni ideali il metodo più esatto sarebbe quello della curva di raffreddamento, consistente nel determinare entro uno o due minuti dopo la disinserzione del trasformatore, la temperatura degli avvolgimenti, portandone i valori in un diagramma avente i tempi per ascisse e le temperature per ordinate, usando per queste ultime di preferenza una scala logaritmica, che fa assumere al diagramma un andamento lineare. Tale curva permette allora di conoscere dopo qualsiasi intervallo di tempo la temperatura assunta dall'avvolgimento, e per estrapolazione anche quella al momento della disinserzione. E' però assai difficile ottenere la curva con la necessaria esattezza, trattandosi di misure di resistenza assai delicate, facilmente falsate, specialmente nei primi istanti, dall'effetto dell'induzione, la quale, ritardando lo stabilirsi della corrente continua di misura, fa trovare in tale primo periodo resistenze errate in meno e perciò temperature errate in più.

Spesso si è portati a rinunciare addirittura ad una correzione razionale, adottandone invece una assolutamente empirica, ad esempio di 1, 1,5 o 2 gradi per ogni minuto; è ovvio come ciò possa indurre in errori anche assai notevoli, specialmente se applicato senza razionale discernimento a qualunque tipo di trasformatore.

Viceversa una correzione teoricamente rigorosa, dedotta col calcolo, è assai laboriosa, non solo, ma anche difficile da applicarsi, non conoscendosi la vera temperatura dell'olio a contatto con gli avvolgimenti.

A giudizio dell'Autore è pertanto preferibile seguire una via intermedia, in parte teorica, in parte empirica, facilitata dal fatto che si può trascurare l'effetto dell'isolamento degli avvolgimenti, dato che esso influisce doppiamente ed in senso opposto sulla legge di raffreddamento, ed in modo tale che le due influenze si eliminano con sufficiente esattezza. Infatti un aumentato isolamento a parità d'altre condizioni ovviamente ritarda il raffreddamento; però la presenza di tale maggior isolamento aumenta la temperatura iniziale degli avvolgimenti e perciò, ancora a parità d'altre condizioni, accelera il raffreddamento. Tale considerazione, documentata dall'autore col riferimento a varie esperienze, semplifica assai lo studio, permettendo di dedurre dalla relazione teorica, con la sola considerazione dei fattori tempo e perdita nel rame, facilmente determinabile, e con la scelta opportuna di una costante empirica e del fattore di correzione per lo spazio occupato dall'isolante, una relazione semplice di facile applicazione.

Per quanto riguarda il calcolo teorico l'Autore si riferisce alla legge generale di Newton sul raffreddamento dei corpi, che si può porre sotto la forma

$$T = T_0 (1 - e^{-\alpha t})$$

qualora si sia indicata con T la variazione di temperatura in gradi centigradi subita dal corpo, a partire dalla sua temperatura iniziale, nel tempo t; con T_0 il salto di temperatura iniziale fra corpo e ambiente. Il coefficiente α, come noto, esprime il rapporto fra la quantità di calore che il corpo è capace di scambiare coll'ambiente attraverso la sua superficie per ogni grado di salto di temperatura e nell'unità di tempo, e l'equivalente in acqua del corpo stesso (il peso moltiplicato per il calore specifico). Ora nel periodo di regime l'avvolgimento del trasformatore cede all'ambiente tanto calore quanto nello stesso tempo se ne dissipa in esso per effetto Joule, e tale sarà anche la quantità di calore perduta per trasmissione coll'ambiente nei primo istante dopo la disinserzione, cioè ci fornirà il numeratore di α.

Chiamando allora W i watt dissipati per effetto joule negli avvolgimenti, e riferendoci al minuto primo, 60 W saranno i joule dissipati in tale periodo; $\frac{60\,W}{T_0}$ quelli dissipati in un minuto primo e

per il salto di 1°. Se poi P è il peso del rame in kg, essendo 0,0935 il suo calore specifico, l'equivalente in acqua, espresso in joule, sarà $0,0935 \times 427 \times 9,81 \times P = 391,7\ P$.

Segue poi da esperienze pratiche che la presenza dell'isolamento fa si che l'espressione trovata vada moltiplicata per il fattore correttivo di spazio $\frac{2a}{A+a}$, ove a è l'area della sezione del rame, A quella del rame più l'isolante.

Si ha così in conclusione l'esponente

$$\alpha = \frac{60\ W}{391.7\ P \times T_0} \times \left(\frac{2a}{A+a}\right) = 0.306 \left(\frac{a}{A+a}\right) \frac{W_r}{T_0},$$

se per W_r si intendono i watt dissipati in ogni kg di rame.

La legge del raffreddamento è perciò in ultima analisi, se t è il tempo in minuti primi trascorso a partire dall'istante iniziale:

$$T = T_0 \left(1 - e^{-\frac{0.306\ a\ W_r}{(A+a)\ T_0} \cdot t}\right) \tag{1}$$

La principale difficoltà che si oppone all'impiego di questa relazione è l'impossibilità di valutare esattamente la temperatura ambiente, cioè dell'olio nei condotti ad immediato contatto con gli avvolgimenti, e per conseguenza il salto iniziale T_0. Che se poi si assume come ambiente la temperatura dell'olio che circonda le bobine, trascurando quello nei condotti, la determinazione si presenta più facile; diviene invece più difficile quella dell'equivalente in acqua della massa in via di raffreddamento, perchè questa volta vi andrebbe compreso l'olio mobile nei condotti. La formola perciò si presta bene solo per trasformatori di mole ridotta, con bobine semplicemente immerse nell'olio, senza condotti di circolazione.

Per girare la difficoltà ora accennata l'autore propone la via seguente, dalla quale nasce appunto la relazione teorico-empirica, di cui è parola in principio.

Egli osserva come da numerose esperienze condotte con la maggior precisione possibile risulti che in regime la differenza di temperatura fra la bobina e l'olio si mantiene proporzionale alla potenza in watt, dissipata per unità di superficie della bobina stessa, innalzata a 0,7.

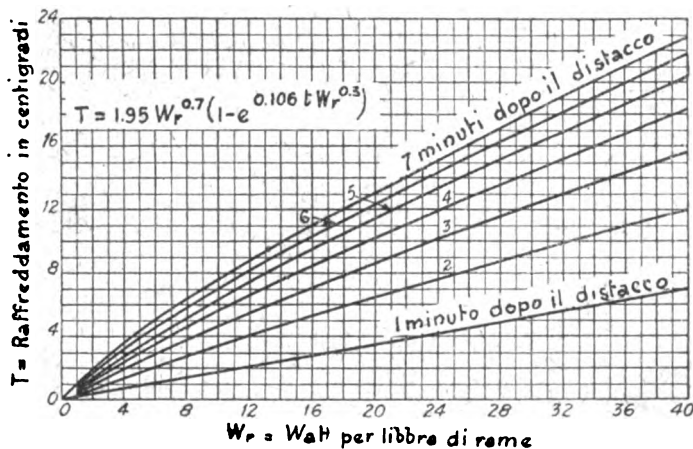



Fig. 1. | Curve di raffreddamento calcolata mediante relazioni tipo (2), per avvolgimenti in olio.

Stabilito sperimentalmente il fattore di proporzionalità per ogni singolo avvolgimento, si ha così modo di esprimere il salto di temperatura T_0 che compare nella relazione (1) in funzione della potenza dissipata per unità di superficie, o meglio per unità di peso di rame (W_r), e

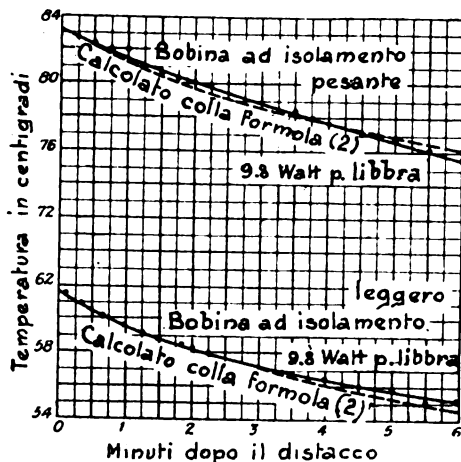



Fig. 2. — Confronto fra curve di raffreddamento calcolate con relazioni tipo (2) e curve ottenute sperimentalmente per una bobina ad isolamento pesante ed una ad isolamento leggero.

delle dimensioni geometriche dell'avvolgimento e degli strati isolanti che lo circondano. Con ciò la (1) diviene calcolabile e ci fornisce il valore di T, abbassamento di temperatura subito dall'avvolgimento nel tempo t.

Introdotte le costanti, i valori empirici e gli elementi geometrici, naturalmente variabili da caso a caso, la (1) assume la forma

$$T = K_1 \cdot W_r^{0.7} \left(1 - e^{-K_2\ t\ W_r^{0.3}}\right) \tag{2}$$

La fig. 1 rappresenta l'andamento delle curve individuate dall'equazione (2) per diversi valori (da 1 a 7 minuti primi) del tempo t trascorso dopo il distacco, presi i W_r (Watt dissipati per unità di peso, nel caso della figura per una libbra di rame) per ascisse e le cadute T in centigradi per ordinate. Naturalmente i valori particolari di K_1 e K_2 che figurano in essa non si riferiscono che al caso specifico trattato.

Per perdite nel rame non superiori a 30 watt per libbra l'autore propone di sostituire alla legge dell'equazione (2) una correzione empirica, che se ne scosta assai poco, cioè di applicare una correzione in gradi pari al prodotto della perdita in watt per libbra di rame per ogni spira moltiplicata per un fattore dipendente dal tempo trascorso dal momento del distacco fino alla lettura; precisamente per 1, 2, 3, 4 minuti tale fattore è 0.19, 0.32, 0.43, 0.50. Per valori intermedi si può usare l'interpolazione.

Nella fig. 2 è rappresentato, per un avvolgimento con due tipi diversi di isolamento, più pesante (superiore) e più leggero (inferiore), con curve continue l'andamento del raffreddamento come risulta da dati sperimentali, con curve a tratti quello risultante dall'applicazione della relazione (2). Il divario è piccolissimo e senza dubbio inferiore a quello che si otterrebbe cercando di applicare la relazione puramente teorica (1). La correzione basata sull'impiego di relazioni tipo (2) è correntemente impiegata nei laboratori della G. E. C., dove è stata controllata in più riprese con determinazioni sperimentali esatte della curva vera di raffreddamento, che ne hanno confermato la bontà dell'approssimazione.

Per i piccoli trasformatori da distribuzione di non più di 100 kVA ed in genere per trasformatori a raffreddamento in aria l'autore dimostra potersi prescindere da qualsiasi laboriosa determinazione ed accettare come buona la correzione sulla base di un centigrado per ogni minuto, fino al massimo di 4 minuti.

acs.

★

EDY. VELANDER. — **Un comparatore dinamometrico (Un dinamometro differenziale per il confronto preciso dell'intensità di correnti alternate e continue).** (Journ. Am. Inst. El. Eng., luglio 1920, pag. 680).

Lo studio è inteso a descrivere un nuovo dispositivo per la misura esatta della intensità di correnti alternate per mezzo del loro confronto con una corrente continua di intensità nota. Ricordati brevemente gli apparecchi noti che eseguiscono tale confronto per mezzo degli effetti termici prodotti dalle due correnti, come avviene nei bolometri o colle comuni coppie termoelettriche, l'autore si sofferma maggiormente sui comparatori degli effetti dinamici delle due correnti. Ricordata brevemente la disposizione, studiata dal Barbagelata (1), l'autore descrive più estesamente il dispositivo Gibbon basato sullo stesso principio. In esso le bobine, fissa e mobile, di un sensibile elettrodinamometro vengono connesse come due lati di un ponte, di cui gli altri due lati sono formati dalle analoghe due bobine di un identico istrumento il quale serve soltanto per ottenere l'equilibrio del ponte, come nello schema della fig. 1.

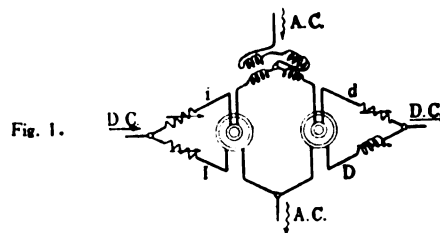



Fig. 1.

Le condizioni pel doppio equilibrio della corrente continua e alternata sono:

$$R_i = R_I = R_o = R_d \tag{1}$$
$$L_i = L_o : L_I = L_d \tag{2}$$
$$M_{ii} = M_{do} \tag{3}$$

L'ultima condizione si realizza disponendo le bobine, fissa e mobile, ad angolo retto fra loro e facendo così $M_i = M_{do} = 0$. Per ottenere l'eguaglianza (1) occorre variare tre resistenze, e la (2) si ottiene per mezzo di una mutua induttanza e di una piccola induttanza variabile come è indicato in figura. Il metodo riesce alquanto laborioso per il gran numero di operazioni necessarie per realizzare le eguaglianze (1) e (2). Tuttavia ha il pregio di permettere la misura di correnti alternate dell'ordine di pochi millesimi di ampere con una precisione non raggiungibile con altri strumenti.

L'A. si preoccupò di rendere il metodo di più facile applicazione semplificando le manipolazioni necessarie, e variando le connessioni dello schema primitivo.

(1) *Atti dell'Associazione Elettrotecnica Italiana*, 1908, pag. 291.

Poichè la corrente continua non è influenzata dalla presenza di induttanze, non è indispensabile che tutti e quattro i bracci del ponte contengano induttanza. Nello schema della fig. 1, scambiando fra loro i punti di applicazione della corrente alternata con quelli della continua, risulta che si può omettere il secondo apparecchio sostituendo le sue due bobine con due resistenze ohmiche di valore opportuno.

Considerando però che la grossa bobina del campo e quella piccola dell'equipaggio mobile dell'elettrodinamometro sono influenzate in modo diverso sia dal riscaldamento per effetto Joule, sia dallo skin-effect, che dalla relativa capacitanza, quando si agisca con correnti ad alta frequenza, si trovò più opportuno di non sopprimere il secondo elettrodinamometro ma di connetterlo agli stessi due rami del ponte nei quali è inserito l'elettrodinamometro che serve per le letture, così che ognuno di questi due rami venga a comprendere una bobina grossa e una piccola dei due apparechi. Lo schema risulta come in figura 2. Gli altri due rami del ponte sono formati dalle due resistenze N_1 ed

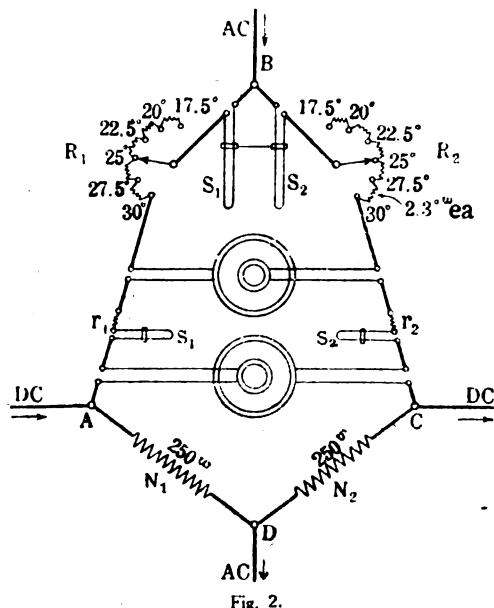



Fig. 2.

N_2. Nel primitivo dispositivo la somma delle resistenze della bobina piccola e della grossa degli elettrodinamometri era di 250 ohm, e le N_1 e N_2 erano accuratamente ridotte eguali a tale valore.

Come miglioria al metodo l'A. consiglia d'incorporare i due elettrodinamometri facendone un solo apparecchio con due bobine di campo e due mobili identiche sulla stessa sospensione ([2]). Con ciò si realizzerebbe un apparecchio completamente astatico, e le due bobine fisse potrebbero sostituire le resistenze N_1 e N_2 ottenendo così oltre, il vantaggio dell'astaticità, quello di ridurre a metà la resistenza totale del dispositivo.

Considerando la fig. (2) si vede che per l'equilibrio rispetto alla corrente continua deve essere:

$$R_1 + R_2 = N_1 + N_2$$

e per l'equilibrio rispetto alla corrente alternata:

$$R_1 + N_1 + j\,\omega\,L_1 = R_2 + N_2 + j\,\omega\,L_2$$

dalle quali essendo $N_1 = N_2$ ricaviamo:

$$R_1 = R_2 \qquad L_1 = L_2$$

In queste condizioni non vi è differenza di potenziale di corrente continua fra B e D; e non vi è differenza di potenziale di corrente alternata fra A e C così che i due circuiti elettrici esterni restano fra loro indipendenti.

I due reostati indicati nello schema servono a compensare le variazioni di resistenza dovute ad effetto Joule; le due resistenze variabili a corsoio S_1 ed S_2 servono per interpolare una variazione continua fra i tasti dei reostati suddetti; finalmente r_1 ed r_2 ed s_1 ed s_2 servono per ridurre una volta per sempre la resistenza dei due bracci del ponte esattamente eguale a 250 ohm, per la temperatura di 20° scelta come normale.

Una messa a punto non interamente esatta influisce sulla precisione dei risultati. Se la messa a punto è esatta avremo che la corrente continua si dividerà in due correnti $i_1 = i_2 = \frac{i}{2}$; analogamente la corrente alternata si dividerà in due correnti eguali e in fase fra loro $I_1 = I_2 = \frac{1}{2} I$. Le coppie prodotte, detta K la costante dell'istrumento, sono rispettivamente:

$$T_c = K \frac{i^2}{4} \qquad T_a = K \frac{I^2}{4}$$

e quando vi sia l'equilibrio essendo $T_c = T_a$ avremo $i = I$.

([2]) Tale era appunto la disposizione proposta dal Barbagelata nel 1908. (Vedasi loc. cit.). (*N. d. R.*)

Se la messa a punto non è esatta avremo:

$$i_1 = \frac{i}{2}(1 + \varepsilon) \qquad i_2 = \frac{i}{2}(1 - \varepsilon)$$

con una coppia

$$T_c = \frac{K\,i^2}{4}(1 + \varepsilon)^2$$

e l'errore commesso:

$$\Delta\,T_c = T'_c\,(2\,\varepsilon + \varepsilon^2). \qquad (4)$$

Se l'errore di messa a punto affetta invece le condizioni di distribuzione della corrente alternata, le due correnti nei due rami del ponte differiranno di un rettore σ come indicato in figura (3). In tal caso la coppia relativa alla corrente alternata subisce una variazione che l'A. dimostra essere:

$$\Delta\,T_a < 3\,\sigma^2\,T_a'. \qquad (10)$$

Ossia se le condizioni di distribuzione della corrente continua causano una differenza di distribuzione ad esempio, dell'1% fra le

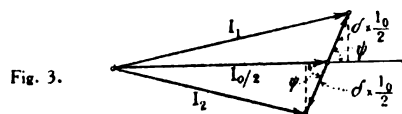



Fig. 3.

correnti nei due rami del ponte, la misura risulta affetta da poco più del 2% di errore; se la stessa ineguaglianza dell'1% si verifica nella distribuzione della corrente alternata, l'errore sulla misura non è che del 3 su diecimila.

Perciò la condizione $R_1 + R_2 = N_1 + N_2$ deve essere accuratamente mantenuta durante tutta la operazione di misura tenendo presente che R_1 ed R_2 cambiano colla temperatura dell'ambiente e colla corrente che li percorre. Siccome occorre d'altra parte che sia $R_1 = R_2$ si fa in modo che i reostati sieno connessi meccanicamente così che gli spostamenti avvengano simmetricamente. Per la stessa ragione sono meccanicamente connessi i corsoi S_1 ed S_2.

La (10) ci dice che ha invece relativamente poca importanza l'esattezza della eguaglianza $R_1 + N_1 = R_2 + N_2$. Infatti poichè ogni tasto dei reostati R_1 ed R_2 rappresenta 0,5% della somma $R_1 + N_1$, lo sbaglio di un intero tasto darebbe per la (10) un errore di solo 0,0075%.

Per facilitare la messa a punto dell'istrumento si sono connesse le braccia del ponte con quattro contatti; e si è disposto, in relazione, un contatto mobile a quattro tasti il cui funzionamento è indicato in fig. (4). Mettendo il commutatore nella posizione M si realizza lo

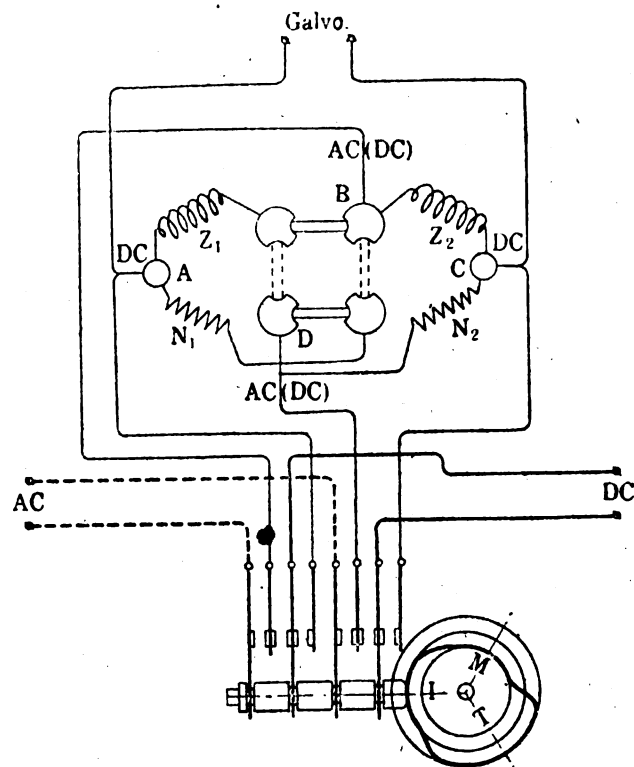



Fig. 4.

schema della fig. 2. Mettendolo nella posizione I la corrente alternata resta staccata, e la continua viene inserita nei punti A e C dello schema fig. 2. Con un galvanometro si trova allora l'esatta eguaglianza $R_1 = R_2$ (vedi fig. 5 a). Se le due connessioni a sbarra vengono girate nella posizione punteggiata in fig. 4, si realizza lo schema della figura 5 b; ottenendo allora l'equilibrio nel galvanometro mediante variazioni eguali in R_1 ed R_2, si ottiene la relazione $R_1 : N_1 = N_2 : R_2$.

L'A. dimostra che quando anche non si riuscisse a fare esattamente $R_1 = R_2$ l'errore che ne deriva alla misura è piccolissimo. Infatti se anche si connettesse fra R_1 ed R_2 un errore $2K = 1\%$ ossia $K = 0{,}005$, si dimostra che l'errore della misura è K^2 ossia in questo caso 0,000 025, praticamente trascurabile.

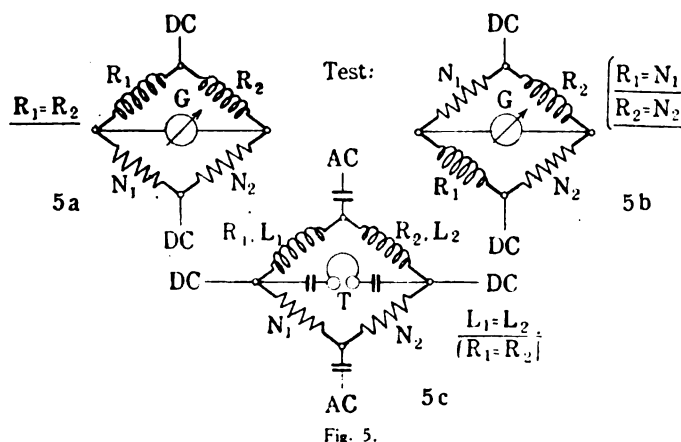



Fig. 5.

L'eguaglianza $L_1 = L_2$ si può raggiungere facilmente con l'uso di due telefoni e connettendo l'apparecchio come in figura 5 c. In pratica basta opportunamente variare la posizione di una delle bobine di campo degli elettrodinamometri; la messa a punto eseguita in tal modo con corrente a bassa frequenza si è praticamente dimostrata valevole anche per frequenze di 2500 periodi.

Mediante un potenziometro si può in ogni istante controllare se è verificata la eguaglianza $R_1 + N_1 = R_2 + N_2$. Per far ciò si connette l'apparecchio come in figura 5 b e si misura se esista differenza di potenziali fra i due punti segnati « Galvo » in figura 4. Se si trova una differenza di potenziale v bisogna introdurre una correzione nella misura della corrente alternata. Avremo:

$$v = \frac{R_1 (R_2 + N_2) - N_2 (R_1 + N_1)}{R_1 + R_2 + N_1 + N_2}$$

e d'altra parte:

$$I = i \times \frac{2 (N_1 + N_2)}{R_1 + R_2 + N_1 + N_2}$$

Da queste due equazioni facendo $N_1 = N_2 = N$ e ponendo $R_1 = R' (1 + K)$; $R_2 = R' (1 - K)$ arriviamo alla espressione corretta della corrente alternata:

$$I = i - \frac{2 v}{R' + N} - K^2 \left(\frac{R'}{R' + N}\right)^2$$

Nel termine di correzione si può sempre fare praticamente $R' = N_1$ e trascurando il termine in K^2, abbiamo la formula semplicissima

$$I = i - \frac{v}{N}.$$

L'A. consiglia poi alcune precauzioni da usarsi nell'impiego dell'apparecchio. Non essendo l'apparecchio astatico occorre premunirsi contro i campi magnetici esterni. Si può accertarsi delle buone condizioni sotto tale rispetto facendo percorrere le bobine mobili da una corrente continua prima in un senso e poi nell'altro, e analogamente con una alternata; non si deve avere spostamento.

Lavorando con una corrente alternata di 20 milliampere l'apparecchio segna una deviazione di 65 mm su una scala a 1 metro di distanza. Con correnti più basse la sensibilità diminuisce, ma è sempre possibile costruire un confrontatore adatto per basse correnti scegliendo opportunamente gli elementi che costituiscono i bracci del ponte. Una sensibilità doppia si otterrebbe con un doppio apparecchio astatico come si è accennato. Una estrema sensibilità si raggiungerebbe costruendo l'apparecchio come una bilancia di torsione. L'A. crede che in tal caso si otterrebbero misure accurate su correnti alternate dell'ordine di microampere.

Un limite superiore è dato invece dagli effetti di capacità delle bobine; però il confronto con una coppia termoelettrica non ha rivelato alterazioni nel funzionamento neanche a 2500 periodi per secondo.

Come applicazione pratica l'A. dà anche il dispositivo per la taratura accurata mediante l'istrumento descritto, di una coppia termoelettrica. Un'altra applicazione sarebbe quella del Varley che propose di misurare forti correnti alternate mediante correnti continue più deboli; a questo scopo occorrono delle bobine ausiliarie a corrente continua per rinforzare le ordinarie bobine di campo. Ma in tal caso l'apparecchio deve essere calibrato e perde l'importante proprietà di permettere la misura senza bisogno di costanti dell'istrumento.

L'A. prevede un largo campo di applicazioni dell'istrumento nella nuova tecnica delle correnti alternate basata sull'uso delle valvole ioniche come produttrici di correnti alternate.

R. S. N.

*

E. FAVEREAU. — **Installazione per rapida verifica dell'isolamento di differenti linee di una rete tramviaria.** (R. G. E., vol. VII, 19 giugno 1920, pag. 827).

Gli alimentatori di una rete tramviaria debbono sempre essere comandati da disgiuntori automatici. Lo scatto di uno di questi potendo avvenire per corto circuito o per sovraccarico momentaneo, conviene che il Capo Officina abbia mezzo di assicurarsi dello stato reale della rete prima di richiuderlo. L'A. descrive un dispositivo semplice per giudicare rapidamente dello stato del circuito comandato dal disgiuntore e per verificare altresì le linee dopo una interruzione di servizio. La figura 1 dà lo schema dell'installazione. Un voltometro V è derivato agli estremi di ciascun disgiuntore, la linea di alimentazione può essere messa in contatto con la rotaia di ritorno a

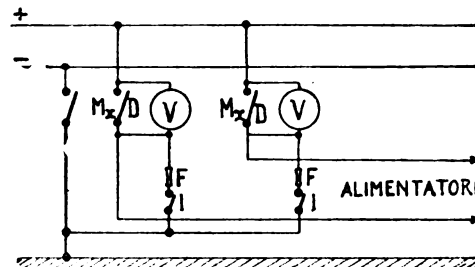



Fig. 1.

mezzo di un interruttore protetto da un fusibile F. Lo scatto di un disgiuntore ne interrompe la corrente e mette in circuito il voltometro. Poichè però questo viene a trovarsi in serie con i voltometri, contatori etc. inseriti fra linea e negativo, indicherà in condizioni normali non una tensione nulla, ma una assai inferiore alla tensione di linea. Quest'ultima sarà invece segnata, solo nel caso che vi sia c. c. fra alimentatore e ritorno. Chiudendo l'interruttore I si avrà conferma che non esiste alcun c. c. se si verificherà una variazione di lettura al voltometro. Se esso fosse chiuso mentre l'automatico è inserito si provocherebbe un c. c. ove non esistesse il fusibile di protezione F.

La verifica dello stato d'isolamento delle linee è più delicata quando sulla rete circolino vetture, poichè possono essere in circuito al momento dello scatto le loro lampade, i loro compressori d'aria etc. e questi apparecchi avendo una resistenza di molto inferiore a quella del voltometro faranno segnare pressochè il massimo della tensione. Affinchè il Capo Officina non sia tratto in errore converrà inserire sopra ogni vettura un lampadino spia che al conducente indichi una interruzione di corrente. In tale circostanza egli per breve tempo, aprendo l'interruttore generale, staccherà la vettura dalla rete rendendo così possibili le misure in officina.

A. Bz.

★

PILE.

Pile a secco — Caratteristiche elettriche e prove. (G. E. R., U. S., dicembre 1919, pag. 1011.

Il « Bureau of Standards » nella sua Circolare N. 79 pubblica e la « G. E. R. » largamente riassume un interessante studio sulle pile a secco, le quali, pur trovando oggidì numerose ed importanti applicazioni, hanno avuto finora una assai scarsa trattazione in forma facilmente accessibile. La pila a secco moderna discende dalla pila Leclanché, descritta per la prima volta dal suo autore nel 1868. Poco dopo si iniziarono gli studi per renderla « secca », cioè per far assorbire l'elettrolito liquido da una sostanza inerte, come sabbia, segatura, cellulosa, fibra d'amianto e simili, in modo da farla divenire inversabile e poterla impiegare in qualsiasi posizione. La prima pila a secco degna di nota fu quella del Gassner e data dal 1888; essa si componeva di un recipiente di zinco costituente l'anodo, di un'asta di carbone per catodo, circondata dalla miscela depolarizzante, contenuta in un involucro di tessuto, e di un elettrolito gelatinoso. Le pile a secco attuali sono una derivazione di quest'ultima.

L'articolo, dopo questi cenni introduttivi, passa in rapida rassegna le più accreditate teorie attuali sul modo in cui avvengono le reazioni chimiche nella pila, e ne scrive le relative equazioni ioniche, senza però esprimere alcun giudizio a tale riguardo. Mette in rilievo quale sia l'azione depolarizzante del biossido di manganese, il quale, assorbendo l'idrogeno che si deposita sulla sua superficie, ed ossidandolo a proprie spese, passa ad un grado di ossidazione inferiore.

Con maggiori particolari sono invece trattati i materiali per la fabbricazione delle pile, cioè lo zinco, il carbone, il depolarizzante (biossido di manganese) e l'elettrolita (cloruro d'ammonio).

Lo zinco generalmente costituisce anche il recipiente della pila, il cui centro è occupato dall'asta di carbone, che ha sola funzione di conduzione, circondata dal depolarizzante. Fra zinco e depolarizzante deve esistere una partizione che permetta la conduzione elettrolitica, ma impedisca quella elettrica, che costituirebbe un corto circuito interno.

Lo zinco si impiega in forma di lamiera che raramente raggiunge il millimetro di spessore. Per ragioni elettrolitiche è desiderabile che esso presenti un alto grado di purezza, determinando le impurità disuniformemente distribuite od anche solo le disuguaglianze di struttura, coppie galvaniche che danno luogo a correnti interne, le quali deteriorano rapidamente lo zinco, senza che si ricavi dalla pila una corrente utile. Anche disuniformità nella distribuzione dell'elettrolita e del rivestimento interno possono avere analogo effetto. La presenza di rame, anche in piccolissime quantità, è dannosissima. La corrosione normale dello zinco, in assenza di effetti accidentali, è di 1,219 grammi per ogni ampere-ora erogato.

Anche le qualità meccaniche dello zinco hanno notevole importanza, dovendo l'involucro di zinco resistere alle notevoli sollecitazioni cui è sottoposto quando vi si introduce a forza, comprimendovela, la miscela depolarizzante e l'asta di carbone. Alle volte, e più di frequente nella pratica europea che in quella americana, si usa zinco amalgamato, il che riduce il pericolo delle corrosioni accidentali, ma spesso rende il materiale meccanicamente più debole. Viceversa però anche l'amalgamazione, se disuniforme, può peggiorare i lamentati inconvenienti.

Venendo ai materiali componenti il catodo, cioè l'asta di carbone ed il miscuglio depolarizzante che la circonda, occorre osservare che la prima, data la sua funzione conduttiva, deve avere la resistenza più piccola possibile; anche pochi millesimi di ohm di aumento di tale resistenza diminuiscono apprezzabilmente la corrente di corto circuito della pila. L'asta è generalmente cilindrica, ma alle volte anche a superficie corrugata o diversamente conformata per aderire meglio alla miscela circostante. La resistività del biossido di manganese è molto più elevata di quella del carbone, tanto che in confronto al secondo, esso può quasi considerarsi non conduttore. Per aumentare la conduttività della miscela vi si aggiunge carbone granulare, della resistività più piccola possibile, onde ottenere il massimo effetto correttivo con la minima aggiunta, lasciando così il massimo spazio disponibile nella pila al biossido di manganese, dalla cui quantità dipende essenzialmente la durata della pila. La resistività del carbone varia assai col trattamento che esso ha subito e con la grandezza dei granelli. Spesso si impiega la grafite sia naturale, sia artificiale (carbone di storta).

Il biossido di manganese ($M_n\ O_2$) impiegato è generalmente del minerale raffinato; esso perciò non è mai puro. La purezza non dovrebbe però rimanere inferiore all'85%. Assai nociva è la presenza anche di qualche centesimo di percento di rame. Le sue principali provenienze sono la Russia, il Brasile e l'India. Alle volte si impiega del biossido artificiale sia puro, in pile piccole, sia mescolato a quello naturale, nelle più grandi. Grande importanza ha la giusta granulazione del biossido, i granelli grandi diminuendo bensì la resistenza interna della miscela, mentre i piccoli aumentano, a parità di volume, il potere depolarizzante. Anche un notevole grado di porosità è desiderabile.

L'elettrolita è una soluzione acquosa di cloruro d'ammonio ($NH_4\ Cl$) con qualche aggiunta di cloruro di zinco per ridurre l'azione corrosiva sullo zinco a pila inattiva. Poche notizie si hanno sui requisiti dell'elettrolita; principale fra essi è un certo grado di purezza, e sopratutto l'assenza di sali metallici e di radicali d'altri acidi.

La pila generalmente è chiusa superiormente da una massa isolante a base di pece o simili, la quale però non occorre chiuda ermeticamente; anzi spesso si lascia in essa un foro per l'uscita dei gas che si formano durante il funzionamento della pila. Ben poco è noto sulla natura della sostanza di riempimento destinata ad assorbire l'elettrolita ed a dargli forma pastosa o gelatinosa, costituendo ciò generalmente il principale segreto dei costruttori. Sono impiegati a tale scopo gomma, gelatina, farina, amido, ed altri. Esternamente il recipiente di zinco è rivestito e isolato da uno strato di carta o di cartone, alle volte di natura impermeabile. Costruttivamente le pile a secco si possono classificare in due tipi principali. Nel primo, assai diffuso, specialmente per le pile medie e grandi, in America, la partizione fra zinco e depolarizzante è ottenuta rivestendo il primo internamente, prima di comprimervi la miscela catodica, con uno strato di pasta cartacea o di carta assorbente, che ricopre anche il fondo, e che serve contemporaneamente per assorbire l'elettrolita. (fig. 1).

Fig. 1.

Fig. 2.

In Europa si dà invece la preferenza al secondo tipo, quello a sacchetto (fig. 2) che prende il suo nome da un piccolo sacco di tessuto avvolgente la miscela catodica e disposto nel centro del recipiente, mentre gli interstizi si riempiono con l'elettrolita reso pastoso e gelatinoso. Nella prova di corto circuito il primo tipo di pila, a parità di dimensioni, dà bensì una corrente maggiore; però non sempre, come si dirà in seguito, tale prova può avere valore decisivo.

In Europa si usano anche pile a secco nelle quali la massa pastosa elettrolitica, introdotta nel recipiente di zinco a guisa di grosso anello cilindrico, si cuoce fino a ridurla quasi solida, introducendo infine nella cavità centrale la miscela catodica. Manca in questo tipo sia il rivestimento cartaceo, sia il sacchetto. Un ultimo tipo è quello rappresentato dalle pile disseccate, cioè lavorate completamente a secco sia secondo il primo, sia secondo il secondo dei tipi principali; per renderle attive è necessario aggiungervi da un apposito foro lasciato superiormente una determinata quantità d'acqua, che deve essere lasciata assorbire per 24 ore circa, per ottenere dalla pila la massima corrente.

Le pile si possono anche classificare secondo il servizio cui sono destinate e che richiede diversi requisiti. Fra i servizi più pesanti vanno menzionati quello per illuminazione e per ignizione di motori a combustione interna; fra i più leggeri quelli telefonici. Le stesse pile si forniscono anche raggruppate in batterie per servizi speciali.

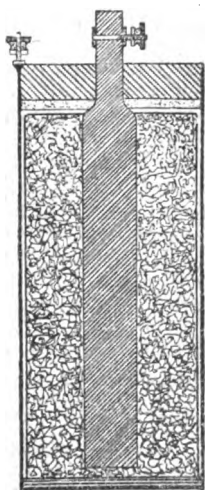
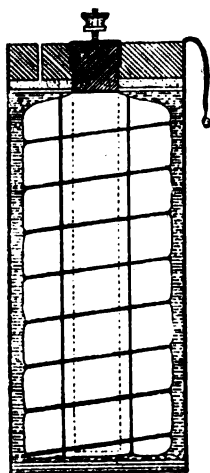
Si hanno infine alcuni tipi speciali di pile, come le cosidette semisecche, sostanzialmente analoghe alle altre ma con elettrodo d'acciaio anzichè di zinco e capaci di notevole tensione, ma di correnti relativamente piccole, però atte a stare continuamente in circuito. Mentre queste sono fra i tipi più grossi, se ne ha al contrario un altro tipo speciale assai piccolo con elettrodi di zinco e d'argento, quest'ultimo circondato da un depolarizzante a base di cloruro d'argento. Servono per scopi medicinali ed in alcuni apparecchi radiotelegrafici; la loro capacità raramente supera 1,5 ampere-ore.

Nella sua seconda parte lo studio che andiamo riportando passa a trattare delle caratteristiche elettriche delle pile a secco. La forza elettromotrice di una pila a secco, equivalente alla tensione esterna a circuito aperto, può misurarsi ad esempio con un metodo potenziometrico; essa è sempre superiore alla tensione esterna a circuito chiuso, la differenza essendo costituita dalla caduta di tensione interna, a sua volta pari al prodotto della resistenza interna per la corrente erogata. La resistenza interna per pile nuove è piccolissima, tanto da potersi in prima approssimazione trascurare rispetto a quella del circuito esterno; invece nelle pile usate la resistenza interna raggiunge valori rilevanti, pari a molte volte quello iniziale e persino a qualche centinaio di ohm; anche la f. e. m. diminuisce, ma relativamente di poco; ambedue queste modificazioni interne si risolvono esternamente in una continua diminuzione di corrente utile, fino a rendere la pila inservibile. La resistenza interna non è però nemmeno costante in un determinato stato di conservazione della pila, variando essa, se bene di poco, al variare della corrente erogata. Il suo aumento coll'uso della pila dipende principalmente da due fatti: dalla formazione di cloruri doppi e cloruri basici che ostruiscono le porosità interne ed incrostano la superficie dello zinco, restringendo le vie libere al passaggio della corrente; e dallo spostarsi della superficie del catodo, da prima coincidente con la superficie esterna della miscela depolarizzante, verso l'interno della massa stessa, mano a mano che procede la riduzione del biossido di manganese, allungando così il percorso che la corrente deve compiere fra anodo e catodo.

Quando la resistenza del circuito esterno si riduce piccolissima (ad esempio ad un semplice circuito amperometrico inserito fra i due poli) si stabilisce la cosidetta corrente di corto circuito, pari ad $I_0 = \frac{E}{r}$, se E è la f. e. m. ed r la resistenza interna. In generale, sia per diminuire di poco la tensione esterna rsipetto alla f. e. m., sia per rendere piccola la potenza che si dissipa nell'interno della pila sotto forma di calore, conviene che r sia piccola. Non conviene però eccedere certi limiti, essendo dimostrato dalla pratica che le pile che danno maggiore corrente di corto circuito a nuovo, spesso si esauriscono più rapidamente delle altre.

Così ad esempio per un certo tipo di pila, dopo 12 mesi la corrente di corto circuito si riduce rispettivamente al 50, 42 e 29% del suo valore iniziale a seconda che questo era di 20, 25 o 30 Ampere.

Per molti scopi le pile a secco si impiegano in batterie di più elementi in serie, sommandone così le f. e. m., o in parallelo, sommandone le correnti. In generale, nel predisporre i raggruppamenti in batteria, si fa assegnamento su di una f. e. m. media di 1 V per elemento, pur potendo essi nel primo periodo di funzionamento dare anche 1,5 V.

Per batterie di parecchi elementi spesso si usa il raggruppamento in parallelo di più gruppi di elementi in serie o il raggruppamento in serie di più gruppi di elementi in parallelo. A parità di elementi in serie ed in parallelo i due raggruppamenti sono teoricamente equivalenti; in pratica è però preferibile il secondo, nel quale il mancato funzionamento di un elemento si ripercuote sulla batteria con un'influenza minima, mentre nel primo metterebbe fuori servizio un'intera serie. La

corrente ricavabile da un tale sistema, se s sono gli elementi in serie e p quelli in parallelo, è $I = \frac{s \cdot E}{R + \frac{s \cdot r}{p}}$; il suo massimo lo si avrà al corto circuito, cioè annullando R; ne segue $I_0 = p \frac{E}{r}$.

Qualora si impieghino elementi vecchi di resistenza interna dello stesso ordine o quasi di quella esterna, la massima corrente nel circuito esterno, dato R ed il numero di elementi disponibili, può ottenersi con gli elementi disposti alle volte in serie, alle volte in parallelo. Infatti con n elementi in serie è $I_s = \frac{n E}{R + n r}$; posti gli stessi n elementi in parallelo si ha invece $I_p = \frac{E}{R + \frac{r}{n}} = \frac{n E}{n R + r}$. Le due espressioni si equivalgono esattamente per $r = R$; prevale la prima per $R > r$, la seconda per $R < r$.

Di notevole interesse riesce lo studio relativo all'influenza della temperatura ambiente sulla conservazione e sul funzionamento delle pile. Per la conservazione è assodato che le alte temperature sono nocive: da una serie di esperienze risultano ad esempio le seguenti diminuzioni della corrente di corto circuito dopo 10 settimane che le pile sono state conservate inattive a diverse temperature ambiente: e cioè a rispettivamente 5, 25, 35, 45, 55, 65, 75 centigradi diminuzione del 4,4, 10, 19, 25, 52, 71, 98%.

Viceversa l'aumento di temperatura aumenta la corrente di corto circuito in ragione di circa 1 Ampere per ogni 10 centigradi. Se congelate, le pile non accusano più alcuna f. e. m. e per conseguenza non danno alcuna corrente e non sempre si riesce a ricondurle in condizioni normali, sgelandole.

Durante il funzionamento continuo delle pile si osserva che per ogni valore della resistenza del circuito esterno esiste una temperatura alla quale corrisponde la maggior durata di servizio utile. Così fino agli 8 Ohm circa si ha un massimo di 50 centigradi; da quì a 30 Ohm circa il massimo scende a 25°, mentre con 40 Ohm lo si trova a 0°. Per le forti erogazioni sarebbe dunque conveniente un moderato aumento di temperatura. Si noti però che ciò va inteso con certe cautele, cioè tenendo presente che queste cifre si riferiscono a servizi ininterrotti, che se le pile fra un servizio e l'altro restano a lungo inattive può prevalere l'effetto dannoso della temperatura elevata sulla conservazione delle pile, di cui si disse sopra, annullando completamente quest'ultimo vantaggio.

Poco si può dire in via generica circa la capacità complessiva delle pile a secco per quanto riguarda il numero massimo di ampereore ricavabili. Certo è che questo numero, oltre a dipendere naturalmente dalla tensione che si accetta come limite inferiore della scarica, dipende anche dal regime della scarica stessa, cosicchè a regimi più lenti l'erogazione complessiva risulta di molto accresciuta. E' riportato l'esempio di un tipo di pile che, fissata in 1,2 volt la tensione limite, è capace di scaricare per 4,3 ore sopra un circuito esterno di 2 Ohm e per 549 ore sopra un circuito di 40 Ohm, il che equivale a dire che riducendo la corrente ad 1/20 la durata di funzionamento si moltiplica per 125. Prolungando invece la scarica fino a scendere a 0,2 Volt, le cifre citate divengono rispettivamente 160 e 3140 ore.

Va ricordato anche che l'aver portato la scarica fino a ridurre la f. e. m. della pila a metà del suo valore iniziale, non significa affatto aver esaurito la pila per metà, la misura di tale esaurimento non potendo essere data che dal rapporto dell'energia erogata, in wattore, al totale erogabile.

L'ultimo capitolo dell'articolo si occupa delle misure di prova e di collaudo da farsi sulle pile.

La prima misura da farsi è quella della f. e. m. o tensione a circuito aperto. A rigore già l'inserzione del voltometro dà luogo ad una corrente e perciò scosta il risultato della misura dal valore vero; però se la resistenza del circuito voltometrico raggiunge almeno i 100 Ohm, l'errore può ritenersi trascurabile. Una misura esatta può farsi col metodo potenziometrico. Pile nuove accusano f. e. m. variabili fra 1,50 e 1,65 Volt; valori superiori si presentano alle volte, ma non sono indice di superiorità della pila. Valori inferiori a 1,45 Volt riscontrati su pile nuove fanno supporre che la pila sia stata soggetta a qualche deterioramento dovuto a cattiva conservazione od altro. Questa misura pertanto non è atta ad indicare nulla di assoluto circa la potenzialità di un tipo di pila piuttosto che di un altro, nè ci può rivelare lo stato di esaurimento della pila, variando la f. e. m. di poco da pile nuove a pile esaurite.

Una seconda misura, molto usata specialmente in America, è la prova di corto circuito, fatta chiudendo la pila sul circuito di un amperometro aperiodico della resistenza complessiva fra 0.002 e 0.01 Ohm, e leggendo la deviazione massima ottenuta. Anche questa misura non può che avere valore comparativo per giudicare della bontà di una pila di tipo noto, della quale si conosca cioè il valore medio ordinario della corrente di corto circuito, nulla rivelando tale prova circa il valore intrinseco di un tipo di pila piuttosto che di un altro, dato che spesso a correnti di corto circuito più intense corrisponde una durata più breve di servizio continuativo.

Oltre a queste prove generiche se ne usano altre intermittenti intese a riprodurre in un certo quale modo le condizioni di servizio alle quali le pile sono destinate. Così si hanno le prove per servizi pesanti consistenti in due scariche giornaliere prolungate ciascuna per un'ora e le prove per servizi leggieri consistenti in 24 scariche giornaliere di due minuti ciascuna attraverso circuiti di resistenza opportuna. Si giudica della bontà delle pile registrandone al termine di un certo numero di tali prove il valore della corrente attraverso una determinata resistenza ed il valore della tensione ai morsetti in circuito.

Le prove continue più usate sono quelle consistenti nella scarica delle pile attraverso date resistenze, fino a ridurne la tensione ad un determinato valore. Già si ebbe occasione di accennare a qualche risultato di simili prove. Qui non si può che ripetere come nessuna di esse possa rivestire carattere assoluto, ma debba intendersi piuttosto in senso relativo, per paragonare il comportamento di una partita di pile a quello già noto di pile analoghe, diversissimo essendo il comportamento di pile di differenti marche o destinate a diversi servizi, e diversi essendo anche i risultati che la stessa pila accusa sotto le diverse prove.

acs.

★ ★

TRAZIONE E PROPULSIONE.

JOHN LISTON — **Barca da pesca azionata elettricamente.** (General Electric Review, maggio 1920, pag. 455).

Dopo la nave carboniera « Jupiter » e la nave da battaglia « New Mexico », la propulsione elettrica viene ora applicata per la prima volta ad una barca da pesca, designata col nome di « Mariner », (appartenente al tipo chiamato dai francesi « chaland » e dagli inglesi « trauler », i « drifters » e dragamine usati durante la guerra come antisommergibili - N. d. R.). Nel caso delle grosse navi, la questione che ha promosso l'equipaggiamento elettrico è quella dell'economia (sopratutto nella marcia in crociera, - N. d. R.); nel caso presente, invece, la maggior spesa derivante dalla presenza dei generatori del motore elettrico e dei dispositivi accessori dovrebbe essere compensata dai seguenti vantaggi:

a) grande elasticità di manovra, particolare alla trasmissione elettrica; *b)* economia considerevole di combustibile, specialmente in crociera; *c)* costanza nel regime di marcia delle macchine; *d)* possibilità di regolazione effettiva in ogni istante della velocità del propulsore; *e)* inversione di marcia praticamente istantanea; *f)* impiego comodo di motori elettrici anche per l'azionamento del macchinario ausiliario (pompe, compressori ,apparecchi d'esaurimento, ventilatori). Date le piccole dimensioni del battello (500 t di stazza, lunghezza totale 46 m, altezza degli alberi 7,5 m, tiraggio 3,6 m, autonomia: a 10 nodi, 10 000 km ed a 3/4 di velocità 15 000 km); è però dubbio, sino ad esperienza compiuta, se una reale convenienza vi sia.

Il macchinario di propulsione comprende due motori Diesel a quattro tempi, otto cilindri, ciascuno accoppiato direttamente ad una generatrice c. c., 165 kW 125 V; queste sono normalmente connesse in serie, ed alimentano un motore con eccitazione compound da 400 HP, 250 V, 200 giri, azionante l'elica. Generatori e motore sono specialmente robusti e progettati, in vista dell'impiego in mare. Il motore sotto i 250 Volt (due generatrici) ha una scala di velocità a pieno carico da 160 a 200 giri e sotto 125 Volt (una generatrice) da 70 a 160 giri. Il riquadro delle macchine contiene un quadro di manovra dell'intiero macchinario elettrico, compreso quello ausiliario, cinque reostati d'avviamento montati su di una murata ed un apparecchio a contatti per l'avviamento, arresto ed inversione del motore del propulsore. L'apparecchio a contatti comprende altresì un relais di sovraccarico ed una resistenza per l'indebolimento del campo in derivazione del motore ed è normalmente azionato magneticamente da due controller principali a distanza (oltre alla manovra a mano nei casi d'urgenza), l'uno situato nella camera delle macchine medesime e l'altro nella cabina del pilota. Questa ultima possibilità, dispensante dall'impiego dell'apparecchio di segnalazione alle macchine, costituisce uno dei più importanti vantaggi della propulsione elettrica, il cui pieno valore, poco sentito in pieno mare, si rende invece grandemente apprezzabile nell'attracco e disattracco nei porti congestionati dal traffico, nei corsi d'acqua stretti e rapidi e nei repentini cambiamenti di velocità od inversioni di marcia.

Le operazioni di pesca sono eseguite per mezzo di un verricello principale a doppio tamburo, azionato da un motore elettrico da 65 HP, per la manovra dei cavi di rimorchio e delle funi della rete. Anche lo scarico del pesce sul ponte è effettuato da un piccolo argano, fatto agire da un motorino da 5 HP, collocato in prossimità dell'albero anteriore.

G. E.

:: :: :: CRONACA :: :: ::

APPLICAZIONI VARIE.

Localizzazione delle soffiature nelle canne da fucile con un metodo magnetico. — Una canna d'acciaio la cui magnetizzazione sia uniforme su tutta la sua lunghezza è anche esente da qualsiasi difetto meccanico. E' quindi possibile scoprire e localizzare per mezzo dell'esame magnetico le soffiature o altri difetti. Il metodo studiato da R. L. Sandford e W. L. Koowenhoven è di facile applicazione e adatto ai bisogni dell'industria.

1. — *Descrizione dell'apparecchio e modo di impiego.* La forza magnetizzante è prodotta da un solenoide che scorre lungo la sbarra da esaminare; internamente al solenoide è inserita una bobina più piccola che permette di misurare le variazioni accidentali di flusso. Per compensare le piccole variazioni che potrebbero risultare da una piccola variazione della corrente di magnetizzazione, si sostituiscono alla bobina unica due bobine in opposizione. Nell'apparecchio definitivo si sono montati insieme i due sistemi, disponendo la bobina unica fra le altre due. La canna d'acciaio è disposta verticalmente e fissata alle sue estremità ai centri di due placche triangolari di ghisa sostenute da tubi di ferro che servono al tempo stesso a chiudere il circuito magnetico. Il solenoide è sostenuto da funi che passano su delle puleggie e portano dei contrappesi interni ai tubi. Una di queste funi è continua e si avvolge su un tamburo montato sull'asse di un motore elettrico che assicura il va e vieni del solenoide. Una batteria di accumulatori fornisce la corrente di magnetizzazione regolata da un reostato.

Il solenoide è guidato da rulli che inizialmente si appoggiavano sui tubi, ma che poi si dovettero fare scorrere sulle canne stesse, poichè parecchie di queste non erano perfettamente dritte. Un tubo indipendente porta le bobine di prova la cui posizione è regolabile; esse sono costituite da 500 spire ciascuna e collegate, coll'intermediario di opportune resistenze e di un commutatore, a un galvanometro.

Si leggono le deviazioni del galvanometro sopra una scala trasparente o meglio si registrano le deviazioni stesse con un dispositivo fotografico consistente in una lunga camera oscura chiusa ad una estremità da un ordinario tamburo da oscillografo sul quale è avvolta la pellicola sensibile. Si fa rotare questo tamburo colla velocità opportuna per mezzo di una cinghia montata sopra una puleggia del motore che comanda il solenoide. Dei contatti disposti a intervalli di 30 cm sulla fune che conduce il solenoide producono dei lampi che si fissano sulla pellicola per ciascuno spostamento di 30 cm e permettono di localizzare sulla canna tutte le irregolarità osservate.

Per eseguire una registrazione fotografica, si procede nel modo seguente. Si monta la canna sul suo supporto, si chiude il circuito del galvanometro e si fa fare al tamburo che porta la pellicola un giro completo per la linea di zero. Si manda la corrente nel solenoide, portandola al valore voluto per mezzo del reostato. Collegato il galvanometro all'uno o all'altro sistema di bobine, si mette in moto il motore che sposta il solenoide lungo la canna di prova; contemporaneamente il tamburo colla pellicola ruota con movimento uniforme. In generale è opportuno eseguire la prova collegando il galvanometro a uno dei sistemi di bobine durante il periodo ascendente e all'altro sistema durante il periodo discendente.

2. — *Studio preliminare e regolazione del dispositivo.* Una volta montato e completato l'apparecchio fu necessario studiare alcune particolarità del suo funzionamento e stabilire la regolazione più opportuna delle bobine di prova; queste operazioni preparatorie compresero la determinazione dell'induzione B da eccitare nella canna in prova, la scelta della velocità delle bobine mobili e della loro posizione, e la scelta del periodo del galvanometro. In seguito alle prove fatte si adottò una induzione di 15 000, una velocità di 16 cm al secondo, e un periodo di un secondo che permette al galvanometro di seguire tutte le variazioni delle forze elettromotrici successivamente indotte. Le due bobine differenziali distano 10 cm l'una dall'altra e sono disposte sistematicamente da una parte e dall'altra della bobina unica. Con questa disposizione si possono rilevare due curve durante la salita e durante la discesa, colla bobina unica e colla bobina differenziale. Se la corrente di magnetizzazione resta costante, il flusso resta costante lungo tutta la canna salvo in vicinanza delle estremità, e l'apparecchio permette di scoprire colla massima precisione e sicurezza qualunque difetto artificialmente prodotto per pressione, colpi di martello, foratura, etc. La sua sensibilità è tale da far dubitare di poter ottenere false indicazioni per canne leggermente curvate durante la fabbricazione o l'impiego.

3. — *Risultati sperimentali.* La maggior difficoltà di queste prove sta nella interpretazione dei risultati, poichè molte sono le cause che rompono l'omogeneità magnetica di una canna ed è abbastanza difficile ottenerne l'individuazione. Per giungere a ciò è necessario stabilire la variazione del flusso e la forma della curva che rappresentano l'influenza di una soffiatura o di un altro difetto qualunque, per una grandissima quantità di casi. Occorre quindi che ciascuna fabbrica si costituisca un proprio repertorio di curve di confronto, a somiglianza per es. della Winchester Repeating Arms Co. che, avendo adottato questo sistema, sta organizzando un laboratorio destinato alla esecuzione di queste prove. *E. C.*

CONCORSI.

Concorsi a premio del R. Istituto Lombardo di Scienze e Lettere. (Milano). — « Fondazione Brambilla » - Premio di L. 4000 « a chi « avrà inventato o introdotto in Lombardia qualche nuova macchina « o qualsiasi processo industriale o altro miglioramento, da cui la po« polazione ottenga un vantaggio reale e provato ». (Scadenza 1° Aprile 1921, ore 15).

« Fondazione Kramer » - *Tema*: « Rassegna ed esame critico dei « concetti fondamentali teorici e pratici, coi quali vennero progettate « e costrutte nell'ultimo ventennio le più importanti dighe di sbarra« mento dei bacini montani ». (Scadenza 31 dicembre 1921, ore 15) Premio di L. 4000.

Premio di L. 8000 — *Tema*: « Contributo scientifico-pratico al « problema della migliore utilizzazione delle acque a scopo di irrigazione « e di forza motrice, con speciale riguardo alle questioni idrografiche, « geologiche e costruttive attinenti alla soluzione razionale dell'impian« to dei serbatoi montani ». (Scadenza 31 Dicembre 1921) - Disegni e diagrammi dovranno essere contenuti nel limite strettamente necessario.

RADIOTELEGRAFIA E RADIOTELEFONIA.

La stazione radiotelegrafica di Eilvese (Hannover). — Già furono date a suo tempo notizie delle due grandi stazioni tedesche di

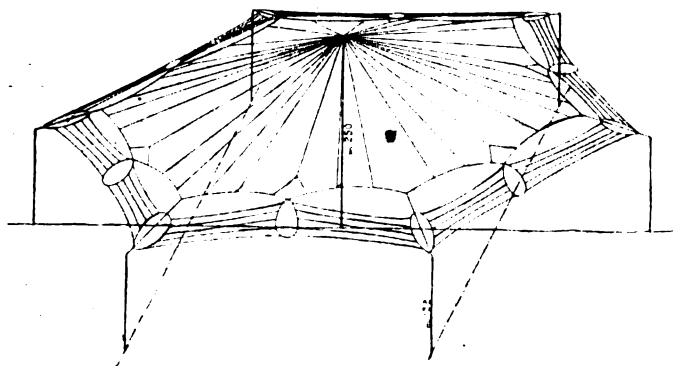



Fig. 1.

Nauen (della Telefunken) (¹) e di Eilvese (della Lorenz) (²) ed anche della polemica circa la gara impegnatasi fra i due impianti e i due sistemi. Mentre ci riserviamo di fornire recenti dati su Nauen, riteniamo opportuno accennare, a complemento delle notizie già pub-

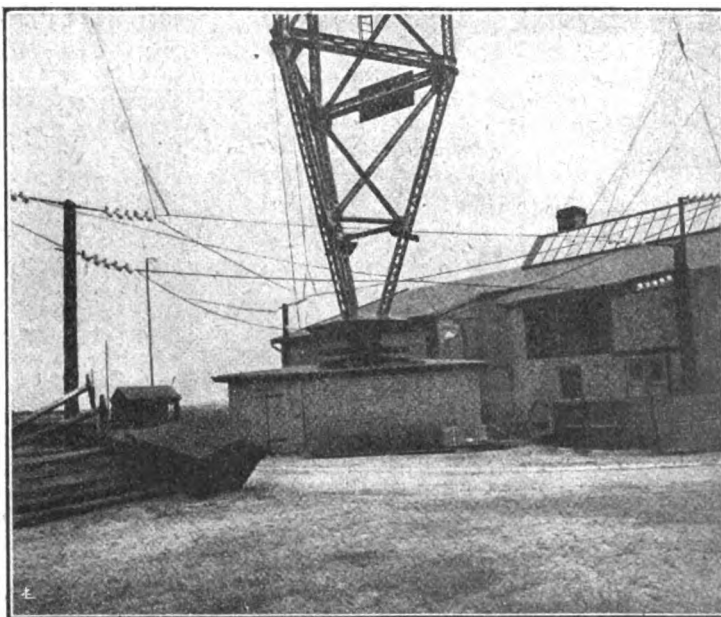



Fig. 2.

blicate, alcune informazioni sulla stazione di Eilvese, che si desumono da un elegante fascicolo della « Homages » (Hochfrequenz-Maschinen Ges).

(¹) *L'Elettrotecnica*, 15 agosto 1919, vol. VI, n. 23, pag. 490 e *Bollettino R. T.*, n. 5, pag. 104.

(²) *L'Elettrotecnica*, 15 novembre 1916, vol. VI, n. 32, pag. 716 e *Bollettino R. T.*, n. V, pag. 134.

L'aereo della stazione trasmittente di Eilvese è effettivamente un aereo ad ombrello, secondo lo schema già da noi pubblicato (fig. 1), sostenuto da un albero centrale di 250 m e 6 alberi periferici di 122 m, distanti dal primo 460 m. L'albero principale a traliccio è diviso in due tronchi snodati, di 150 e 100 metri rispettivamente, poggianti ambedue su perno sferico. La base è rappresentata in fig. 2. L'albero è triangolare e mantenuto da quattro soli ordini di controventi; malgrado ciò il peso del traliccio è di sole 40 tonn. I quattro controventi di ciascun lato terminano ad un solo ancoraggio posto alla distanza di 175 m (fig. 3); essi sono interrotti elettricamente, in quattro tratti mediante isolatori e sono trattenuti da controventi ausiliari, per evitare il pericolo di eccessive oscillazioni della catenaria. E' degno di nota che i controventi principali non sono costituiti da corda d'acciaio, bensì da 40 fili di acciaio paralleli, che formano un fascio del diametro di circa 6 cm. I pali periferici sono leggerissimi e costituiti da una struttura di tubi di acciaio (fig. 4). Gli estremi dell'aereo, a ciascun vertice dell'esagono, vengono sottoposti a una tensione costante di 1500 kg, mediante tiranti scorrevoli su pulegge e caricati da pesi.

Fig. 3.

Dal punto di vista elettrico l'aereo è diviso in due (fig. 1); un aereo centrale a ombrello per onde relativamente più corte, un aereo esterno ad anello per onde più lunghe. Sarebbe possibile trasmettere simultaneamente coi due aerei con onde diverse, ovvero metterli insieme per le massime lunghezze d'onda. In questa ultima condizione si ha: capacità totale 47 mu F, lunghezza d'onda naturale 9700 m, resistenza totale 2 . La presa di terra è fatta con un fascio di fili radiali lunghi 200 m e uscenti da una specie di anello di raggio 100 m intorno alla stazione; il collegamento di questa con l'anello è fatto mediante fili aerei.

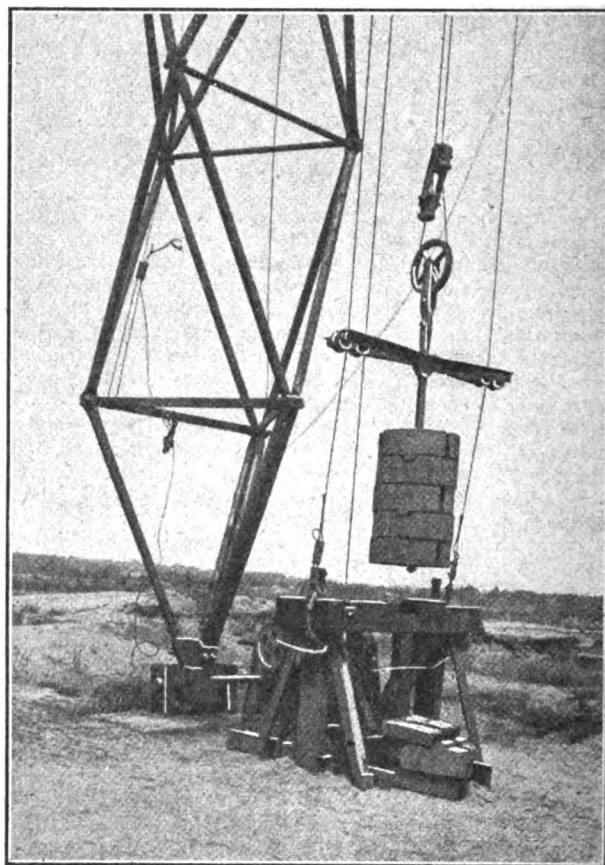



Fig. 4.

L'energia è derivata da una linea trifase a 15 000 volt e utilizzata per alimentare gli alternatori ad alta frequenza attraverso una conversione in corrente continua a 440 V. V'è anche un impianto di riserva con Diesel. Due gruppi ad alta frequenza sono affacciati dal lato degli alternatori, così da poter essere rigidamente accoppiati (fig. 5).

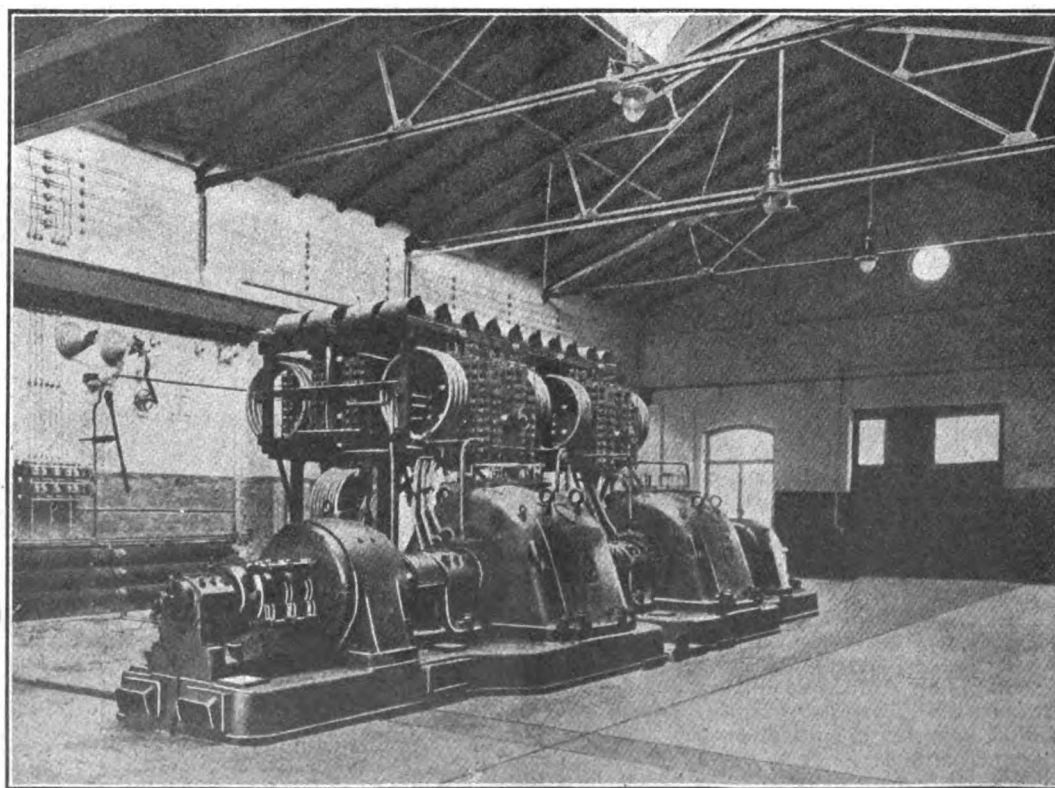



Fig. 5.

Gli alternatori sono, com'è noto, del tipo Goldschimdt (¹) a riflessione; la frequenza base è 10 000 e quella di utilizzazione 20 000 ($\lambda = 15$ km), ovvero 30 000 ($\lambda = 10$ km). Statore e rotore sono divisi in parecchie sezioni che possono essere variamente accoppiate. La corrente di eccitazione è fornita da una dinamo da 90 V e 80 A e può essere agevolmente manipolata per la trasmissione, perchè si chiude su un circuito di debole autoinduzione (da 0,6 a 0,8 mH). A pieno carico la corrente nello statore è di circa 200 A. nel rotore 900 A.

La Homages sarebbe riuscita ad effettuare un buon servizio in duplex (ricezione dall'America senza subire disturbi dalla propria trasmissione) con una stazione ricevente posta ad Hagen alla distanza di 5 soli chilometri dalla stazione principale. La stazione di Hagen

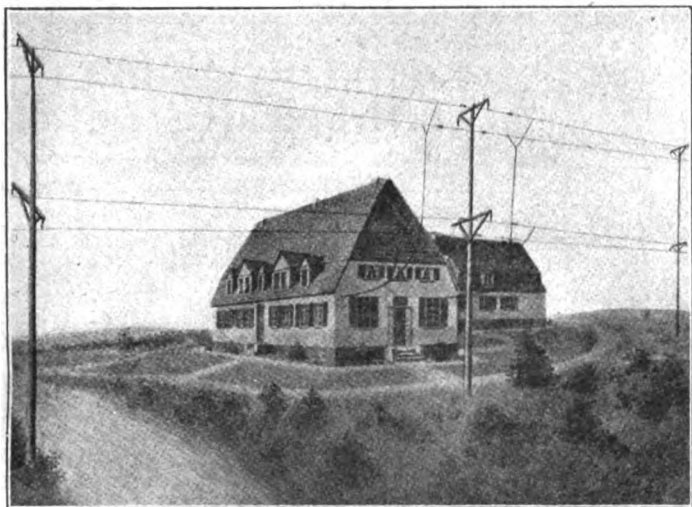



Fig. 6.

(fig. 6) in cui è stato possibile ricevere bene da New Brunswick ($\lambda = 13\,300$) durante la simultanea trasmissione di Eilvese ($\lambda = 14\,600$) e Nauen ($\lambda = 13\,000$), ha un aereo semplicissimo, diviso a sua volta in due aerei lunghi 5 km, costituiti ciascuno da due fili orizzontali all'altezza di 10 e 20 m da terra e orientati perpendicolarmente alla congiungente Hagen-Eilvese.

TRAZIONE E PROPULSIONE.

Programma di elettrificazione in Francia. — In Francia, il Comitato di studi per l'elettrificazione delle ferrovie di interesse generale nominato dal Ministero dei Lavori Pubblici ha esaminato i progetti presentati dalle Compagnie P. L. M., Orléans e Midi. Esso ha pubblicato una memoria di cui speriamo di poter dare presto un largo sunto. Essa contiene la relazione del comitato in data 15 maggio 1920, nella quale sono esposti il programma dei suoi lavori, l'analisi dei risultati che ne conseguono, il programma di elettrificazione delle reti sopracitate, e infine varii studi tecnici, fra i quali importante quello sulla scelta del sistema e della tensione.

Mauduit nella sua relazione, stesa in conseguenza del viaggio agli Stati Uniti, preconizzava l'impiego della corrente continua alla più alta tensione possibile (3000 V o più). Lo studio fatto dall'Ufficio Centrale per gli studi sul materiale ferroviario (costituito da tecnici di tutte le principali reti francesi) ha concluso invece per la scelta dei 1500 V per le grandi linee a forte traffico, basandosi specialmente sulle difficoltà pratiche di costruzione di automotrici a tensione superiore. Per le linee secondarie a basso traffico consiglia invece l'adozione dei 3000 V sempre a c. c.

Il Comitato di studi ha fatto sua questa conclusione riassumendola così:

« Si deve adottare per l'elettrificazione delle grandi reti francesi la trazione elettrica a c. c. 1500 V, tenendo presente che i locomotori debbono essere muniti di prese di corrente tanto per linea aerea che per terza rotaia. La tensione di 3000 V non sarà ammessa che in casi speciali, e sempre in via eccezionale. (R. G. E. 13 Nov. 1920, pag. 665). »

★

L'elettrificazione ferroviaria in Inghilterra. — Dall'E .R. J. del 6 Nov. 1920, pag. 968, togliamo le conclusioni della Commissione Ministeriale inglese in merito ai problemi di trazione elettrica nel Regno Unito. Essa era chiamata a pronunziarsi essenzialmente sui seguenti quesiti:

a) Se fosse opportuno regolare le future elettrificazioni con norme speciali che ne migliorassero i risultati, assicurando alle diverse reti l'intercambiabilità dei locomotori e del materiale rotante, l'uniformità degli equipaggiamenti, ecc.

b) Quali provvedimenti e quali norme si dovessero adottare.

c) Se fosse consigliabile, ed entro quali limiti, che linee o tronchi di linee già elettrificati, dovessero essere modificati per uniformarli ad un unico sistema.

La Commissione, riportandosi alle informazioni assunte presso un gran numero di esercenti linee ferroviarie ed a quelle avute direttamente dal direttore generale delle F. S. svedesi, e dall'ingegnere consulente delle Ferrovie Federali Svizzere, giunge, in massima, alle seguenti conclusioni:

a) Essere conveniente per ottenere i maggiori vantaggi dalle future elettrificazioni, prestabilire opportune norme alle quali debbano uniformarsi le elettrificazioni stesse. Dette norme dovrebbero mirare essenzialmente ad assicurare la costante ed uniforme applicazione di quei sistemi e di quei metodi, che l'esperienza a tutt'oggi ha mostrato come i migliori per le linee nazionali; senza pregiudicare la possibilità di introdurre in seguito quei miglioramenti e quelle innovazioni che il progresso della scienza e della tecnica potessero suggerire.

b) A tale intento la Commissione è d'avviso che nella elettrificazione di nuove linee debba essere adottato esclusivamente il sistema a corrente continua.

Circa la tensione la Commissione si pronuncia in favore dei 1500 Volt all'uscita dalla sottostazione, in vista della possibilità di mantenere in servizio le attuali linee a 600 ed a 1200 Volt. La tensione più bassa potrà essere adottata negli impianti nei quali si dimostri veramente la più economica, mentre là dove i maggiori vantaggi si potranno realizzare colle tensioni più elevate, queste dovrebbero essere scelte multiple dalla tensione normale di 1500 Volt.

Per le linee di contatto è lasciata libera scelta fra linea aerea e terza rotaia. Anche per queste le modalità d'esecuzione dovranno essere regolate da opportune norme.

In una successiva relazione la Commissione proporrà inoltre che locomotori ed automotrici, dove necessario, debbano essere costruiti per funzionare a due tensioni diverse, e tanto con presa di corrente aerea come da terza rotaia. Per le centrali generatrici, la Commissione è d'avviso che convenga attenersi alla corrente alternata trifase a tensione, da determinarsi caso per caso, e che non sia necessario adottare una frequenza speciale nelle regioni ove già esistono centrali a frequenza fra 25 e 50 periodi, capaci di alimentare anche le sottostazioni delle reti di trazione. Dove invece fosse necessario l'impianto di nuove stazioni generatrici per il servizio della trazione, queste dovrebbero essere stabilite alla frequenza più diffusa nella regione oppure a quella determinata dal Comitato Elettrotecnico locale. La Commissione per conto proprio, si dichiara favorevole alla frequenza di 50 periodi.

c) Un'eccezione all'osservanza delle norme uniformatrici, la Commissione ammetterebbe per la Ferrovia London-Brighton and South Coast, la quale già da tempo ha iniziata l'elettrificazione delle proprie linee col sistema monofase, l'unico che all'epoca in cui furono iniziati i lavori lasciasse prevedere la possibilità di estendere successivamente, e senza difficoltà, l'elettrificazione a tutto il percorso da Londra a Brighton. In vista di tali precedenti, per evidenti ragioni economiche, la Commissione non ritiene conveniente un cambiamento di sistema, ed afferma che la compagnia debba continuare l'elettrificazione delle proprie reti col sistema monofase, alla condizione però che nei suoi nuovi lavori la compagnia tenga presente la possibilità di effettuare un servizio cumulativo e continuativo colle reti contigue elettrificate con altri sistemi, le quali, secondo la sistemazione ferroviaria proposta recentemente dal Governo Inglese, entreranno a fare parte dello stesso gruppo di linee nel quale è compresa la rete in parola.

(*g. a. r.*)

DOMANDE e RISPOSTE

Saranno pubblicate in questa rubrica le domande e le questioni rivolteci dai lettori, che presentino un interesse generale, e, successivamente, le migliori risposte ricevute. Indirizzare domande e risposte esclusivamente alla Redazione de «L'Elettrotecnica» - Via S. Paolo, 10 - Milano

Paradosso o errore?

Un giovane Ingegnere ci scrive:

« *Con energia elettrica di un impianto in fondo valle decompongo l'acqua: vendo l'ossigeno come sottoprodotto; l'idrogeno, lungo apposita conduttura, sale ad un altopiano superiore. Lassù l'idrogeno combinandosi con l'ossigeno dell'aria mi rende (prescindo dai rendimenti industriali) l'energia spesa per la dissociazione dell'acqua; ma ottengo dell'acqua ad alta quota che, discendendo al fondo valle mi può dare dell'altra energia.*

Se si tien conto dei rendimenti del processo di elettrolisi dei motori termici che dovrebbero utilizzare lassù l'energia di combinazione dell'idrogeno, e delle turbine idrauliche si vede che occorrerebbe un dislivello di parecchie centinaia di metri per avere un qualche utile; ma la cosa può avere un certo interesse teorico. Si tratta di un errore di ragionamento o non sarebbe piuttosto questo il modo di «sfruttare» la gravità che fa salire l'idrogeno e fa discendere l'acqua? ».

Abbiamo già risposto al giovane Collega, ma il problema ci è sembrato interessante e degno di essere sottoposto alla curiosità dei lettori.

(¹) *L'Elettrotecnica*, 25 dicembre 1914, vol. I, n. 33, pag. 835.

:: LIBRI E PUBBLICAZIONI ::

FRANCESCO MARZOLO - « Idraulica generale ». — (Tip. Ed. Settimo Salce - Via Falcone, 3 - Padova - 1920 — Prezzo L. 18).

L'A., pure proponendosi di scrivere un riassunto ad uso scolastico, ci ha dato in poco più di 200 pagine una trattazione così limpida ed esauriente, quale forse non ha riscontro negli altri libri sull'argomento.

La materia è svolta con criteri essenzialmente moderni e, se non apparentemente sostanzialmente pratici. L'Idraulica è un ramo dell'ingegneria nel quale la fusione fra teoria ed esperienza è tuttora purtroppo imperfetta, col risultato di incerte e inesatte interpretazioni. Lo scopo di un libro di carattere generale deve essere pertanto quello di fissare ben chiaro nella mente del lettore lo schema fondamentale di ogni argomento ed i limiti raggiunti con le approssimazioni pratiche: nei testi esistenti la vastità delle trattazioni singole, svolte per lo più isolatamente le une dalle altre e con eccessivi sforzi di traduzione analitiche, svia spesso il lettore dalla esatta interpretazione fisica dei fenomeni, che è la sola veramente essenziale per chi deve affrontare poi la soluzione pratica di un determinato problema. Il Marzolo invece è riuscito a dare con estrema chiarezza le idee fondamentali e a mostrare in modo evidente la dipendenza logica dei vari argomenti fra loro.

Perciò il libro ha un vivo interesse e può essere raccomandato non solo agli studenti ma agli stessi professionisti.

Nel volume hanno anzitutto larga parte le basi fondamentali dell'Idraulica esposte secondo il moderno indirizzo, con le ultime ricerche sui regimi continuo ed idraulico. Specialmente efficace e interessante è poi la trattazione delle condotte forzate; anche il capitolo sulle correnti a superficie libera e quello sulla foronomia sono degni di nota. Gli strumenti e i metodi di misura sono descritti in modo completo e non mancano importanti cenni sulla fisica fluviale, sul moto delle acque filtranti e sulle azioni fra solidi e liquidi in movimento, essenziali questi per la tecnica delle motrici idrauliche.

In conclusione, si tratta di un libro utilissimo e veramente interessante per chi desidera conoscere esattamente le basi della Idrotecnica. *c. s.*

★

Ing. GAETANO GANASSINI — « La utilizzazione del bacino Toce-Devero secondo il piano dell'Ing. Ettore Conti » - (Annali del Consiglio Superiore delle Acque - 1919 - Fasc. 1).

L'A., dopo l'enumerazione degli impianti in esercizio, in costruzione o in progetto, che nell'intero bacino Toce-Devero costituiscono un complesso di derivazioni avente un valore idrografico di 275 000 m. kmq con un coefficiente globale di utilizzazione del 74%, espone il metodo adottato per lo studio dei diagrammi di derivazione dal Devero.

Lo studio è fondato su una lunga serie (47 anni) di osservazioni pluviometriche a Domodossola e su più limitate, e recenti misure sulle alte regioni del bacino. Primo e singolare risultato è che le precipitazioni nelle zone più elevate non sono che di poco superiori a quelle nella bassa vallata, tanto che il Ganassini ritiene che la media specifica dell'intero bacino sia, con buona approssimazione, solo del 5% superiore a quella di Domodossola. Le misure dimostrano anche che le precipitazioni nelle zone più elevate sono in generale più uniformi che nelle vallate.

Proseguendo nella impostazione del problema l'A. fissa alcune ipotesi circa il regime delle precipitazioni e dei deflussi, ipotesi arbitrarie ma praticamente attendibili e confermate dai fatti, come lo studio stesso dimostra:

1) Dal 1° Dicembre al 31 Marzo le precipitazioni avvengono sotto forma di neve. Durante questi mesi il deflusso è dovuto soltanto all'esaurimento del bacino, che avviene con legge approssimativamente esponenziale: si inizia con 40 litri al 1" per kmq (al 1° Novembre) e termina con 6 litri (31 Marzo). In totale sono 130 m/m di pioggia netta che defluiscono nei 5 mesi invernali: per semplicità l'A. li considera forniti dalla precipitazione dei mesi stessi e li distribuisce fra i 5 mesi con variazione lineare.

2) Il deflusso dovuto alla fusione della neve (toltone i 130 m/m di cui sopra) si svolge per 4/5 nei mesi di Aprile, Maggio, Giugno e Luglio con distribuzione proporzionale alle temperature.

3) Il rimanente quinto di neve defluisce nei mesi di Agosto Settembre e Ottobre, con legge lineare di esaurimento.

Su queste basi, e posto che la capacità regolatrice (serbatoi di Codelago e di Pian Boglio), di 13 milioni di mc, è insufficiente a regolare una portata costante, l'A. studia il regime variabile di derivazione.

Il riempimento dei serbatoi, dato che la derivazione invernale ha assoluta preponderanza, ha la precedenza di fronte alla derivazione estiva, e quindi le aree defluenti ai serbatoi non alimentano la derivazione nei mesi da Aprile a Ottobre fino a che non siano totalmente riempiti i bacini di ritenuta.

L'A. costruisce così il bilancio mensile degli afflussi e delle derivazioni per i 47 anni, correggendo opportunamente i dati di Domodossola per applicarli al bacino del Devero. Risultano le medie caratteristiche di una lunga derivazione idraulicamente completa, che avrebbe utilizzato l'88% dell'acqua defluita.

Confrontando i risultati con quelli di esercizio della Centrale di Goglio nel periodo 1911-1918 si vede che l'utilizzazione è andata progressivamente avvicinandosi alla teorica fino a raggiungerne nel 1918 l'86%. L'A. prevede che si possa spingere fino al 90%, cioè fino al 79-80% circa dell'acqua totalmente defluita, con una portata media di 1700 l/s ca.

Lo studio con le tabelle e i diagrammi che lo completano, è un saggio molto interessante di discussione idrografica. *(c. s.)*

Associazione Elettrotecnica Italiana

Eretta in Ente morale il 3 Febbraio 1910

Notizie delle Sezioni

SEZIONE DI LIVORNO

La mattina del 6 febbraio alle ore 10 si è tenuta nella sede sociale una riunione, presieduta dal presidente prof. Vallauri, per ascoltare la comunicazione del socio ing. *Lorenzo Cacciopoli* su la *« Combustione coi combustibili solidi polverizzati »*.

Il conferenziere ricorda dapprima i principi generali sulla utilizzazione dei combustibili e le cause sostanziali che vietano, nel caso dei combustibili solidi, di spingere tale utilizzazione ai limiti che secondo la teoria dovrebbero potersi raggiungere. Spiega quale enorme vantaggio possa conseguirsi con l'uso di combustibili polverizzati e discute partitamente tutti i pregi tecnici ed economici del nuovo metodo. Accenna al suo sviluppo storico e alle larghe applicazioni esistenti in America, in Isvezia, nel Sud Africa ecc. e alle prime applicazioni in Italia. Descrive i particolari del processo, a cominciare dalla eventuale essicazione del combustibile in pezzi, e dalla sua polverizzazione. Espone i vari trattamenti da darsi ai diversi combustibili a seconda della composizione, del tenore in sostanze volatili, in ceneri ecc. Spiega il funzionamento dei numerosi tipi di apparecchi per la miscela della polvere di carbone con l'aria e per la iniezione di essa nella camera di combustione, e i dispositivi di regolazione. Enumera le svariate applicazioni del sistema alle caldaie fisse, alle caldaie di locomotive, alle caldaie marine, ai forni metallurgici, ai forni a cemento, ecc. Accenna anche al pericolo eventuale di esplosioni e ai mezzi per prevenirlo. Conclude sintetizzando gli enormi vantaggi che l'economia nazionale potrebbe trarre, a suo giudizio, dal diffondersi del nuovo sistema.

La conferenza termina fra vivi applausi e il presidente, dopo aver vivamente ringraziato il conferenziere, apre la discussione sugli argomenti esposti. Vi partecipano numerosi soci tra cui il presidente, l'ing. Neri, l'ing. Fiani, l'ing. Pontecorvo, l'ing. Danieli, l'ing. Orlando e parecchi altri, chiedendo spiegazioni sulla questione dei brevetti, sui casi di esplosioni, sull'eventuale applicazione a macchine a combustione interna, sul trasporto del polverino a distanza, sull'uso di torbe molto povere ecc. A tutti risponde l'ing. Cacciopoli fornendo spiegazioni e informazioni in merito sia agli impianti eseguiti, sia a quelli in corso di esecuzione o di studio.

SEZIONE DI TORINO

Adunanza del 4 febbraio 1921, ore 21,30.

Letto ed approvato il verbale della seduta precedente, il Segretario comunica le adesioni dei nuovi soci: *Maffiodo Avv. Emilio, Marselli Wladimiro, Merlo Ing. Giovanni, Gravame Umberto, Canonica Ing. Giuseppe, Girardi Geom. Gioacchino, De Andreis Ing. Lorenzo, Zanetti Ing. Attilio, Gallo Biagio, Bergerault Ing. Marcello, Pirillo Santo, Rissone Ing. Severo, Rivano Ing. Virginio, Mazza Edoardo, Lutz Ing. Carlo, Jezzi Ing. Roberto, Casiraghi Giovanni, De Silvestris Ing. Tomaso, Leviselli Eugenio, Fedi Angiolo, Franco Ing. Emanuele, Bruna Ing. Carlo, Manfredi Manfredo, Menghi Stefano, Gaspari Pellei Giuseppe, Paracchi Ing. Elmo, Gianolio Ing. Giuseppe, Donnet Stefano, Moccagatta Vittorio, Trevisan Carlo, Giustiniani Ing. Aldo, Burgo Ing. Luigi, Foschini Luigi, S. A. Idroelettrica Monviso* (coll.). *S. A. Elettricità Alessandrina* (coll.). *Off. Manfredi Bongioanni* (coll). *Cartiera di Verzuolo* (coll.).

L'Ing. Soleri, quale nuovo Presidente rivolge poi all'Assemblea cordiali parole di ringraziamento e di saluto confidando nella collaborazione dei Soci per intensificare l'attività della Sezione. Cede quindi la parola all'Ing. Thovez che svolge l'annunciata comunicazione sul tema: *« Note sul campo magnetico »*.

Il conferenziere alla fine è vivamente applaudito e felicitato dal Presidente e dai Soci.

La seduta è tolta alle ore 23.

TEDESCHI GIOVANNI FU GIOVANNI, *gerente responsabile* ARTI GRAFICHE VARESINE - VARESE

VOL. VIII (XXV degli Atti) 5 Marzo 1921 N. 7

L'ELETTROTECNICA

GIORNALE ED ATTI DELLA

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

REDAZIONE ED AMMINISTRAZIONE: VIA SAN PAOLO, 10 - MILANO - TELEFONO N. 20-86

REDATTORE CAPO: A. BARBAGELATA - REDATTORI U. BORDONI - M. SEMENZA - G. VALLAURI

È GRADITA LA COLLABORAZIONE DEI LETTORI - GLI ARTICOLI DI INTERESSE GENERALE ACCETTATI DALLA REDAZIONE SONO COMPENSATI

I MANOSCRITTI NON SI RESTITUISCONO

Il nuovo Presidente generale ai Consoci.

Pubblichiamo, nella parte ufficiale, il saluto che il nuovo Presidente Generale Ing. Ulisse Del Buono, rivolge ai consoci.

Sulla convenienza economica dell'elettrificazione.

Come annunciammo, pubblichiamo oggi un ampio riassunto della recente comunicazione dell'Ing. SCHUPFER al congresso degli ingegneri di Roma. Il tono generale dello scritto è piuttosto pessimista, giungendo alla conclusione che convenga limitare l'elettrificazione a pochissimi tronchi in condizioni affatto speciali di traffico e di tracciato.

Gli argomenti che giustificano una tale conclusione dal punto di vista strettamente finanziario ed economico non sono facilmente controbattibili, ma ci sembra che il Comm. Schupfer, il quale ha indubbiamente alta competenza nella questione, non tenga conto di qualche elemento che può spostare anche notevolmente il risultato del confronto puramente economico.

Anzitutto è noto come la convenienza di elettrificare non stia solo nel risparmio del carbone, ma specialmente nella possibilità di aumentare il traffico su certe nostre linee che, con la trazione a vapore, hanno raggiunto il massimo della loro potenzialità. In tale caso la trasformazione in trazione elettrica è la minore delle spese che si potrebbero fare per migliorare le condizioni di traffico, chè altrimenti occorrerebbe costruire nuove ferrovie per sfollare le esistenti. Conviene, oltre a ciò, notare come tutti i confronti limitati strettamente al fatto economico, siano al momento attuale praticamente inefficaci, perchè basta ad esempio un ribasso dei combustibili e nei materiali come quello che si è verificato in questi ultimi tempi, per spostare completamente le basi del confronto e conseguentemente i suoi risultati.

In secondo luogo la questione dell'energia non ha l'importanza che l'A. le attribuisce, perchè le ferrovie assorbiranno in ogni caso solo una piccola parte dell'energia complessivamente richiesta dalle industrie, cosicchè, quando esse saranno alimentate dalla rete comune finiranno col non turbare sensibilmente lo sviluppo industriale del paese.

Infine ci permettiamo di non essere completamente d'accordo coll'autore sul punto che riguarda l'elettrificazione delle ferrovie secondarie e tramviarie. Ci sono molte ferrovie secondarie e tramviarie che, quando fossero elettrificate, solleverebbero le Ferrovie dello Stato da una quantità di trasporti a piccola distanza rendendo più efficace la loro vera funzione di organo di grande collegamento. Le tramvie a vapore che hanno in Italia largo sviluppo, sono ormai un anacronismo, e quando non fosse possibile di elettrificarle convenientemente converrebbe abolirle e sostituirle con servizi automobilistici.

Consentiamo invece coll'A. quando osserva che la diminuzione del fabbisogno di carbone è argomento, a favore dell'elettrificazione, buono solo per le folle. Il carbone è tutt'ora un elemento insopprimibile per la vita industriale moderna, ed è da augurarsi che l'aumentata potenzialità delle nostre reti ferroviarie elettrificate giovi allo sviluppo industriale del nostro paese in modo da richiedere un ulteriore aumento nel consumo di carbone!

Tariffe e fattore di potenza.

La questione delle tariffe che tengano in qualche modo conto del fattore di potenza, per indurre gli utenti a migliorare sotto tale riguardo i loro impianti in modo da diminuire le correnti oziose sulle reti e le conseguenti perdite per effetto joule, è sempre all'ordine del giorno. Specialmente se ne occupa, da qualche tempo, la stampa elettrotecnica francese con una serie di articoli sui quali speriamo di aver presto occasione di ritornare; ma già da noi qualche importante Società distributrice ha passato il Rubicone ed ha imposto ai suoi utenti delle tariffe del genere, più o meno draconiane e più o meno discutibili. Anche di ciò dovremo presto occuparci. Oggi intanto il Prof. ARNO' — a cui si deve riconoscere il merito di aver veduto l'importanza della questione assai prima che la maggioranza dei tecnici se ne occupasse — espone, nel testo della comunicazione tenuta all'ultimo congresso di Roma, una nuova variazione del concetto da cui ebbe a derivare i suoi precedenti apparecchi di misura.

Sostanzialmente, se si dà ad un wattmetro o ad un contatore un dato errore di fase, l'apparecchio indica, o integra, una data frazione della potenza reale, più una data frazione della potenza reattiva. Le indicazioni dell'apparecchio sono pertanto una funzione caratteristica, ben definita del fattore di potenza dell'impianto; ma scegliendo opportunamente l'entità dell'errore di fase e variando convenientemente la costante dell'apparecchio, si può ottenere che, entro dati limiti, la funzione stessa segua con sufficiente approssimazione una diversa funzione posta a base della tariffa in questione ([1]). Così nel nuovo apparecchio descritto dal Prof. Arnò, l'errore di fase e la costante sono scelti in modo che il contatore non si muova finchè il fattore di potenza sia superiore ad un valore determinato (in realtà il contatore tenderebbe a girare indietro; ma a ciò si oppone un arresto meccanico) e per fattori di potenza inferiori, ma non oltre un certo limite, le indicazioni risultino presso a poco proporzionali alla differenza fra il valore base ed il valore attuale del fattore di potenza. Concetto sul quale è evidentemente possibile di fondare una tariffa.

Sottostazioni all'aperto.

Pubblichiamo oggi una breve descrizione, favoritaci dall'Ing. M. RAMAZZOTTI, della prima sottostazione all'aperto costruita in Italia. Si tratta, più esattamente, di un ampliamento, all'aperto, di una preesistente, ordinaria cabina: quella di Poggio Reale della Società Meridionale di Elettricità. Speriamo di poter presto illustrare più importanti strutture del genere costruite successivamente in Italia e sarà allora il caso di soffermarci un po' di più sull'argomento.

Simboli e notazioni.

Pubblichiamo ed additiamo ai lettori l'elenco dei simboli riconfermati nell'ultima riunione di Bruxelles, della Commissione Elettrotecnica Internazionale. L'elenco non porta, fortunatamente, nessuna sensibile variazione rispetto a quello approvato nel 1913 e da noi pubblicato nel primo numero dell'Elettrotecnica. Fu solo colmata la lacuna relativa alle d. d. p. sanzionando per queste la lettera *V* che è già d'uso corrente. Non ci resta quindi che raccomandare ancora una volta ai lettori il piccolo sforzo di volontà necessario per adottare senz'altro e sempre i simboli internazionali.

Certamente, a voler considerare i risultati finora conseguiti, parrebbe di dover dar ragione agli scettici. Sfogliando le principali riviste straniere si vede che Americani, Inglesi, Francesi e Tedeschi continuano tranquillamente a scrivere per es., Kw o KW invece di kW, quasi che i Comitati Elettrotecnici dei rispettivi paesi non avessero collaborato, in seno alla Commissione Internazionale, a stabilire l'elenco ufficiale dei simboli. Ancora poche settimane or sono la più importante rivista francese, lamentando in una nota editoriale la molteplicità di simboli correntemente usati in Francia proponeva che si adottassero ufficialmente quelli del manuale Hospitalier, dimenticando l'esistenza di una lista internazionale. Sola l'*Elettrotecnica*, forse, nella stampa tecnica mondiale si attiene nei limiti del possibile, fin dal 1914, ai simboli internazionali.

Qualcuno forse sorriderà pensando che a questo mondo ci sono delle questioni ben più gravi e che, dopotutto, la comprensione internazionale di uno scritto non viene per nulla diminuita dallo scrivere Kw invece di kW; ma si tratta di una questione di principio. Se si crede utile la progressiva unificazione del linguaggio tecnico scientifico di tutto il mondo civile, è necessario mostrarsi ossequenti alle decisioni prese di comune accordo, anche nelle piccole cose. Dopo le piccole verranno più facilmente le maggiori....

Fra queste ci sta particolarmente a cuore la progressiva eliminazione dell'HP; ma, finchè nelle leggi e nei decreti di concessione si continuerà ad usare l'empirica unità, poco c'è da sperare. Confidiamo ancora nell'appoggio dell'illustre consocio che presiede il Consiglio Superiore delle acque.

LA REDAZIONE.

---

[1] Si veggano in proposito gli esempi dati in questo giornale a pag. 215 (5 giugno 1918).

APPARECCHI DI CONTROLLO DEL FATTORE DI POTENZA E METODI DI MISURA RELATIVI [1]

Prof. RICCARDO ARNÒ

Comunicazione alla XXV Riunione Annuale
Roma, novembre 1921

Le seguenti note illustrano alcuni dispositivi per il controllo del fattore di potenza, e per la razionale misura dell'energia nella quale sia tenuto conto, in rapporto a tariffe razionali studiate a questo scopo, delle variazioni del fattore di potenza nell'interesse dell'utente e della Società fornitrice, e nei limiti di esse variazioni consentiti dalla pratica.

In sostanza, collo studio quì esposto, si raggiunge tale scopo modificando i miei dispositivi per la misura del carico complesso e della potenza apparente [2] ad un contatore elementare, il quale non registra alcun consumo finchè il fattore di potenza si mantiene superiore a un valore predeterminato — e quando invece scende sotto tale valore, il contatore registra consumi sempre crescenti colla diminuzione del valore del fattore di potenza stesso, e questo con una legge che si può stabilire in relazione a date forme di tariffîcazione.

Seguiamo per gradi il procedimento che dà ragione dei singoli differenti dispositivi.

Prima di passare alla descrizione dei nuovi apparecchi, premetto un cenno per la realizzazione della misura dell'energia, nel caso in cui la Società non intenda assegnare un fattore di potenza prestabilito.

In tal caso, per impianti di forza a corrente alternata semplice (fattore di potenza dell'impianto compreso fra circa 0,9 e circa 0,5), un wattometro indicatore, registratore o contatore, misura, registra od integra praticamente la potenza apparente, alla condizione che lo spostamento di fase fra il flusso di induzione voltometrico e la differenza di potenziale fra le estremità del circuito voltometrico sia uguale, od approssimativamente uguale, a 45° nel caso di apparecchi elettrodinamici e 135° nel caso di apparecchi ad induzione.

Detti infatti V ed I rispettivamente i valori efficaci della differenza di potenziale e dell'intensità di corrente e φ il valore angolare dello spostamento di fase fra V ed I, e K la costante dell'apparecchio, si ha:

$$KVI \cos(\varphi - 45^\circ) = KVI (\cos\varphi \cos 45^\circ + \operatorname{sen}\varphi \operatorname{sen} 45^\circ) =$$
$$= KVI \frac{\sqrt{2}}{2} (\cos\varphi + \operatorname{sen}\varphi)$$

E poichè entro i limiti dei valori di $\cos\varphi$ compresi fra circa 0,9 e circa 0,5 (impianti di forza), si ha approssimativamente:

$$\cos\varphi + \operatorname{sen}\varphi \backsim \sqrt{2}$$

si può scrivere anche:

$$KVI \cos(\varphi - 45^\circ) \backsim KVI$$

E finalmente, per $K = 1$

$$VI \cos(\varphi - 45^\circ) \backsim VI$$

Ora d'altra parte dalla

$$KVI \cos(\varphi - 45^\circ) = K \frac{\sqrt{2}}{2} (VI \cos\varphi + VI \operatorname{sen}\varphi)$$

si deduce ancora, per $K = \sqrt{2}$:

$$\sqrt{2}\; VI \cos(\varphi - 45^\circ) = VI \cos\varphi + VI \operatorname{sen}\varphi$$

onde in tali condizioni l'apparecchio misura, registra ed integra esattamente la somma della potenza reale e della potenza reattiva.

Si deduce dunque che se l'apparecchio viene costrutto con due graduazioni e tarato in guisa che la sua costante sia rispettivamente uguale ad 1 ed a $\sqrt{2}$: esso darà a sua volta la misura della potenza apparente, oppure della somma della potenza reale e della potenza reattiva.

L'apparecchio può quindi considerarsi quale apparecchio universale per il controllo del fattore di potenza, siccome quello che:

1). per il Cliente serve diuturnamente alla misura diretta della potenza apparente, e quindi serve in modo pratico, facile ed immediato alla misura del fattore di potenza.

2). per la Società serve alla misura fatta ad epoche determinate della somma della potenza reale e della potenza reattiva, e quindi serve in modo esatto alla misura della potenza reattiva, e conseguentemente all'applicazione di qualsiasi tariffa adottata dalla Società per la misura dell'energia elettrica, in relazione alle variazioni del fattore di potenza dell'impianto.

Le considerazioni svolte valgono anche per sistemi trifasi simmetricamente e dissimmetricamente carichi. E così — per il caso di sistemi disequilibrati — si potranno opportunamente usare due apparecchi come quello di cui si è detto precedentemente trattando il caso di sistemi a corrente alternata semplice: essendo i due apparecchi stessi inseriti secondo l'ordinario metodo per la misura della potenza reale in un sistema trifase.

Nel caso anzi di sistemi trifasi si potranno convenientemente modificare gli spostamenti di fase voltometrici rispettivamente uguali, come si è detto, a 45° ed a 135° a seconda che si tratta di apparecchi elettrodinamici od a induzione: in questo senso, che i detti spostamenti di fase potranno venire diminuiti rispettivamente di 30° e di 60°, utilizzando differenze di potenziale in ritardo di fase rispettivamente di 30° o di 60°.

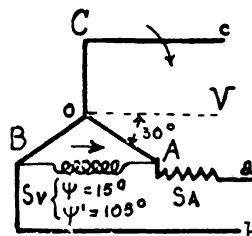
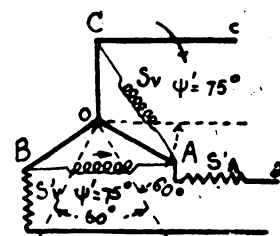
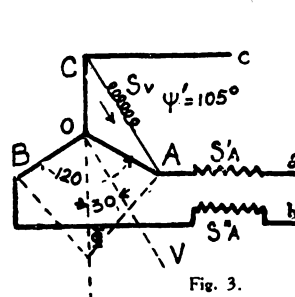
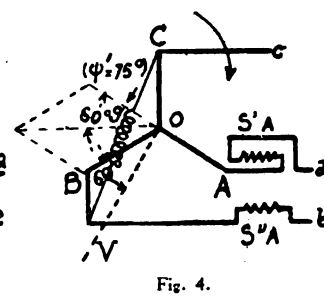



Fig. 1. Fig. 2. Fig. 3. Fig. 4.

E così nel caso di sistemi trifasi equilibrati, utilizzando una differenza di potenziale concatenata in ritardo di fase di 30°, si avrà da ricorrere nella misura ad un apparecchio elettrodinamico con spostamento di fase voltometrico uguale a 45°-30° = 15°, oppure ad un apparecchio ad induzione con spostamento di fase voltometrico uguale a 135° — 30° = 105° (fig. 1).

E nel caso di sistemi trifasi disequilibrati, utilizzando due differenze di potenziale concatenate in ritardo di fase di 60°, si avrà da ricorrere nella misura a due apparecchi ad induzione, ciascuno dei quali con spostamenti di fase voltometrico uguale a 135° — 60° = 75°. (figura 2).

Ma nel caso di sistemi trifasi equilibrati — onde evitare che l'Utente possa volontariamente e dolosamente scambiare le fasi del sistema — si potrà molto opportunamente (trattandosi di apparecchi ad induzione) costruire l'apparecchio con due spirali amperometriche destinate ad essere rispettivamente percorse da due correnti spostate di fase l'una rispetto all'altra di 120° o di 60°.

In tal caso si potranno allora convenientemente utilizzare differenze di potenziale concatenate in ritardo di fase di 30° o di 60° rispetto alla corrente somma vettoriale delle due correnti componenti di cui si è detto.

Ed allora conseguentemente lo spostamento di fase voltometrico ψ', anzichè essere uguale a 135°, risulterà rispettivamente uguale a (135° — 30°) = 105° (fig. 3), od a (135° — 60°)) = 75° (fig. 4).

Come caso particolare dell'applicazione di tale apparecchio a due spirali amperometriche percorse da correnti spostate di fase di 60°, è notevole quello in cui — trattandosi di apparecchio ad induzione wattometrico ordinario — si utilizzi una differenza di potenziale concatenata spostata di fase di 90° rispetto alla corrente somma delle due correnti componenti. E' facile allora dedurre che in tali condizioni lo strumento, (anzichè segnalare la somma della potenza reale e della potenza reattiva), misurerà semplicemente la potenza reattiva.

*

Ora veniamo al caso nel quale la Società voglia misurare l'energia fissando un fattore di potenza prestabilito: — trattandosi di impianti di forza — si voglia, come succede sovente nell'ordinaria pratica industrale, misurare semplicemente l'energia elettrica (con apparecchi integratori o registratori) fino ad un determinato valore limite φ' medio, prestabilito in contratto, del valore angolare dello spostamento di fase nell'impianto che si considera; mentre si intende invece nella tariffa

[1] Tutti gli apparecchi relativi a questi metodi sono brevettati.
[2] Vedi *Atti dell'A. E. I.* - 1910, vol. XVI, fasc. II.

di compra-vendita dell'energia, di tenere razionalmente conto del fattore di potenza $\cos\varphi$ dell'Utente, a partire dal detto valore φ' di detto spostamento di fase e per tutti i possibili valori crescenti dello spostamento di fase medesimo.

Per la chiara interpretazione del principio su cui è basato il nuovo metodo di misura e relativo apparecchio di controllo del fattore di potenza, occorre fare la seguente importante osservazione.

Dato un metodo di misura e di tariffa, il quale fino ad un valore di φ uguale a φ' è destinato a misurare i watt, e per valori di φ crescenti e maggiori di φ' ha invece per scopo di fornire altra equa e razionale misura con lo scopo di tenere conto del fattore di potenza dell'Utente, rimane implicitamente inteso che non si intende — in corrispondenza di un dato valore di φ poco superiore a φ' — passare immediatamente (*fare un salto brusco*) dal rispettivo valore W della potenza reale (per $\varphi = \varphi'$) a quel dato valore a cui implica quella qualsiasi tariffa adottata; ma si intende bensì passare da quello a questo in modo graduale, fino a raggiungere l'esatto valore Z_m corrispondente alla misura e tariffa in questione, per quel valore φ_m massimo ammissibile dello spostamento di fase nell'impianto.

E' chiaro, ed è anzi evidente ed indiscutibile, che così essendo le premesse di contratto della compra-vendita dell'energia elettrica, la misura-tariffa dell'energia stessa non potrà essere razionalmente rappresentata (in un sistema di assi coordinati) altrimenti che dai vari valori Z delle ordinate della retta che collega gli estremi delle ordinate W' e Z_m rispettivamente corrispondenti ai valori $\cos\varphi'$ e $\cos\varphi_m$ del fattore di potenza: essendo dette ordinate della retta in questione rispettivamente corrispondenti ai singoli valori di $\cos\varphi$ compresi fra $\cos\varphi_1$ e $\cos\varphi_m$ presi come ascisse.

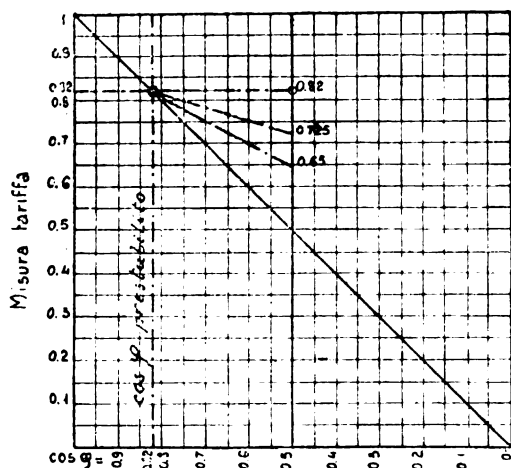



Fig. 5.

L'equazione di questa retta (fig. 5) — (detti V ed I rispettivamente i valori efficaci della differenza di potenziale e dell'intensità della corrente) è la seguente:

$$Z = VI\,[\cos\varphi' - X\,(\cos\varphi' - \cos\varphi)]$$

ove x è un determinato fattore che dipende dalla misura-tariffa (valore Z_m dell'ordinata Z in corrispondenza del valore $\cos\varphi_m$ dell'ascissa $\cos\varphi$) contrattuale prestabilita:

$$X = \frac{\cos\varphi' - \dfrac{Z_m}{VI}}{\cos\varphi' - \cos\varphi_m}$$

Il valore del detto fattore X può oscillare, in dipendenza della misura-tariffa contrattuale, fra O tariffa massima corrispondente alla misura dei voltampère $\cos\varphi'$) ed I (tariffa semplice irrazionale corrispondente alla sola misura dei watt).

Ora d'altra parte è da osservare che (per le speciali condizioni di misura-tariffa alle quale quì appunto si intende fare riferimento) il valore dell'ordinata W' risulta implicitamente fissato in base al valore di $\cos\varphi'$ prestabilito: onde non rimane più arbitrario che il valore dell'ordinata Z_m. Ed è appunto tale valore che potrà di volta in volta venire fissato in base alla misura-tariffa adottata dalla Società per ogni contratto di compra-vendita fra la Società e l'Utente [3].

Ciò premesso, io ho trovato che l'importante questione si risolve, e che conseguentemente le misure che si riferiscono alla questione stessa si effettuano in modo praticamente esatto, ricorrendo ancora ad apparecchi elettrodinamici o ad induzione analoghi agli ordinari wattometri integratori (contatori elettrici) o registratori, opportunamente modificati, come è detto in appresso.

Stabilito intanto che le misure di cui si tratta si abbiano ad effettuare mediante l'impiego di due apparecchi, e precisamente di un ordinario wattometro, destinato alla misura di $VI\cos\varphi$, e di un altro speciale apparecchio di controllo del fattore di potenza, le cui indicazioni si abbiano a sommare con le indicazioni del primo, è chiaro che il secondo apparecchio dovrà evidentemente e necessariamente:

1. — Segnare zero per qualsiasi valore di V e di I ed in corrispondenza di tutti i valori di φ uguali o minori di φ';

2. — Misurare $= Z - VI\cos\varphi =$
$= VI\,[(1 - x)\,(\cos\varphi' - \cos\varphi)]$

per tutti i valori crescenti di φ e maggiori di φ'.

Ora io ho trovato che tale apparecchio speciale di controllo del fattore di potenza, destinato alla misura di cui si è detto, può essere costituito da un apparecchio analogo ad un wattometro ordinario integratore (contatore elettrico) o registratore, nel quale il circuito voltometrico sia così costituito da provocare un conveniente, determinato, specifico spostamento di fase — anticipo di fase ψ nel caso in cui l'apparecchio sia elettrodinamico, e ritardo di fase $\psi' = (90 - \psi)$ nel caso in cui l'apparecchio sia ad induzione — del flusso di induzione voltometrico rispetto alla differenza di potenziale fra le estremità del circuito voltometrico.

Più precisamente ho trovato che il problema in questione si risolve con sufficiente approssimazione industriale, e che quindi l'apparecchio di cui si tratta si può considerare come praticamente esatto, alle seguenti condizioni:

1). — Di assegnare a ψ e ψ' rispettivamente i valori di $(90 - \varphi)$ (anticipo di fase) e di φ' (ritardo di fase); [4]

2). — Di tarare l'apparecchio in modo che esso abbia a misurare esattamente $Z = VI\cos\varphi_m$ in corrispondenza di $\cos\varphi =$ $= \cos\varphi_m$.

Con lo scopo poi di non permettere il funzionamento dell'apparecchio per valori di φ minori di φ', l'apparecchio stesso viene provvisto di uno speciale arresto. A meno però che la Società intenda tenere conto degli eventuali alti valori di $\cos\varphi$ (superiori a $\cos\varphi'$), assegnando un premio all'Utente nella misura-tariffa in corrispondenza di detti valori del fattore di potenza nell'impianto a cui la detta misura-tariffa si riferisce.

Detta K la costante dell'apparecchio, supposto del tipo a induzione, si possono quindi scrivere le seguenti equazioni:

$$KVI\,\text{sen}\,(\varphi_m - \psi') = VI\left[(1 - x)\,(\cos\varphi' - \cos\varphi_m)\right]$$
$$KVI\,\text{sen}\,(\varphi_m - \psi') = Z_m - VI\cos\varphi_m$$

---

[3] Si possono citare i più importanti casi di misura-tariffa finora adottati, o che presumibilmente potrebbero essere adottati dalle Società distributrici:

a) Tariffa massima $(x = 0)$

$$\text{Watt} \times \frac{\cos\varphi'}{\cos\varphi}$$

b) Tariffa minima
valore medio somma (watt + voltampère × $\cos\varphi'$)

c) Tariffa media (razionale) $\left(x = \dfrac{1}{4}\right)$

valore medio somma tariffa massima e minima

$$\left(\frac{1}{4}\ \text{watt} + \frac{3}{4}\ \text{voltampère} \times \cos\varphi'\right)$$

Si è detto che il valore dell'ordinata Z è arbitrario, esso quindi potrà assumere (in base alla misura-tariffa contrattuale) qualsiasi valore compreso fra quei limiti della potenza reale e della potenza apparente moltiplicata per $\cos\varphi'$.

E' notevole il fatto che (supposto il caso φ' intermedio fra i valori limiti 0,8 e 0,85 adottati dalla pratica industriale) i valori Z, rispettivamente per la tariffa minima *b*) ($\cos\varphi = 0{,}5$) e per la tariffa media *c*) ($\cos\varphi = 0{,}7$) rappresentano il carico complesso:

$$\left(\frac{2}{3}\ \text{watt} + \frac{1}{3}\ \text{voltampère}\right).$$

E siccome il valore del fattore di potenza uguale a 0,7 può essere considerato siccome quello medio di un ordinario impianto forza: ne consegue che la tariffa c) rappresenta la tariffa più razionale ed equa da applicarsi nei contratti di compra-vendita dell'energia elettrica stipulati secondo i concetti ai quali quì si è fatto riferimento ed in base ai quali appunto viene applicato il presente trovato. Ed invero, per detta tariffa ne consegue che per i valori del fattore di potenza poco inferiori a $\cos\varphi'$ gli apparecchi registrano leggermente in favore dell'Utente, mentre che per i valori del fattore di potenza relativamente assai minori di $\cos\varphi'$ gli apparecchi stessi registrano leggermente in favore della Società distributrice.

Si può anche considerare la seguente tariffa:

d) $VI\cos\varphi + VI\cos\varphi\,(\cos\varphi' - \cos\varphi) = VI\cos\varphi\,[1 + (\cos\varphi' - \cos\varphi)]$.

Per i casi di $\cos\varphi' = 0{,}8 \div 0{,}85$ questa tariffa è assai prossima alla tariffa *b*).

[4] Per il caso di apparecchi ad induzione (ritardo di fase $\psi' = \varphi'$) che sono i più importanti da considerare, riferendosi ai casi particolari di $\varphi' = 32^\circ$ ($\cos\varphi' = 0{,}85$) e di $\varphi' = 37^\circ$ ($\cos\varphi' = 0{,}8$), dovrà essere rispettivamente uguale a 32° ed a 37°.

Ed è inoltre facile constatare che facendo $\psi' = 20^\circ$ (ciò che equivale a ritenere il fattore di potenza prestabilito uguale a 0,94) la misura-tariffa si riporta praticamte a quella corrispondente al carico complesso:

$$n = 3 \qquad VI\cos\varphi + VI\,\frac{1 - \cos\varphi}{3} = \frac{2}{3}\,VI\cos\varphi + \frac{1}{3}\,VI$$

donde si ricava il valore di K in funzione rispettivamente di x e di Z_m:

$$K = \frac{(1 - x)(\cos \varphi' - \cos \varphi_m)}{\operatorname{sen}(\varphi_m - \psi')}$$

$$K = \frac{\frac{Z_m}{VI} - \cos \varphi_m}{\operatorname{sen}(\varphi_m - \psi')}$$

Tutto quanto è stato detto per il caso di sistemi monofasi, si estende al caso di sistemi polifasi, ed in particolare di sistemi bifasi e trifasi simmetrici e dissimmetrici.

E così evidentemente potranno allora essere applicati metodi analoghi a quelli già in uso per la misura della potenza reale in sistemi trifasi: come, per esempio, il noto metodo dei due wattometri e dei due contatori per la misura della potenza o dell'energia in sistemi trifasi dissimmetrici.

In questo caso i due apparecchi, inseriti secondo il detto metodo dei due wattometri, sono perfettamente uguali, presentando ciascuno di essi il medesimo valore dello spostamento di fase (anticipo di fase $\psi = 90° - \varphi'$ nel caso di apparecchi elettrodinamici, e ritardo di fase $\psi' = \varphi'$ nel caso di apparecchi a induzione) del flusso di induzione voltometrico rispetto alla differenza di potenziale fra le estremità del circuito voltometrico.

Ed anzi — trattandosi di sistemi trifasi — si presentano speciali soluzioni del problema, le quali sono anche più pratiche e convenienti di quelle di cui si è detto nelle precedenti trattazioni generali — e ciò in consegnenza del fatto che in tali casi è sempre possibile modificare opportunamente gli spostamenti di fase ψ e ψ' (anticipo di fase ψ per apparecchi elettrodinamici e ritardo di fase ψ' per apparecchi a induzione), nel senso di utilizzare differenze di potenziale concatenate e differenze di potenziale di ramo del concatenamento trifase, ricavate nel sistema trifase che si considera, e convenientemente spostate di fase rispetto alla differenza di potenziale di ramo, che altrimenti si dovrebbe prendere a considerare nel sistema trifase medesimo.

E così — a titolo di esempio — per il caso di sistemi trifasi simmetrici ([5]), è chiaro che utilizzando una differenza di potenziale concatenata in anticipo di fase di 30°, lo spostamento di fase voltometrico si trasforma dal valore φ' (ritardo di fase) al valore $\psi' + 30° = \varphi' + 30°$ per apparecchi ad induzione; e dal valore ψ (anticipo di fase) al valore $\psi - 30° = 90 - \varphi' - 30° = 60° - \varphi'$ per apparecchi elettrodinamici (fig. 6). ([6]).

Ma — ancora a titolo di esempio — si supponga adesso di utilizzare nel sistema trifase simmetrico una differenza di potenziale di ramo in anticipo di fase di 60°. Lo spostamento di fase voltometrico si trasforma allora dal valore ψ' (ritardo di fase) al valore $\psi' + 60° = \varphi' + 60°$ per apparecchi a induzione, e dal valore ψ (anticipo di fase) al valore $\psi - 60° = 90° - \varphi' - 60° = 30° - \varphi'$ per apparecchi elettrodinamici (fig. 7) ([7]).

Ma nel caso particolare di apparecchi elettrodinamici può ancora tornare utile utilizzare una differenza di potenziale spostata di fase di 90°, inserendo la spirale voltometrica dell'apparecchio in una delle fasi e collegando la spirale voltometrica alle altre due fasi. Così operando l'anticipo di fase ψ (che altrimenti non si potrebbe ottenere che con l'inserzione di capacità e resistenze appropriate nel circuito voltometrico) si trasforma nel ritardo di fase $90 - \psi = 90 - (90 - \varphi') = \varphi'$ assai facilmente ottenibile mediante opportuna induttanza e resistenza (figura 8).

Considerazioni analoghe si possono fare per il caso di sistemi trifasi dissimmetrici. E così, per esempio, prendendo a considerare due differenze di potenziale concatenate rispettivamente in anticipo di fase di 60° rispetto a quelle che altrimenti si avrebbero a considerare allorquando si trattasse dell'ordinaria inserzione secondo il metodo dei due wattometri: è chiaro che per i due apparecchi, i rispettivi spostamenti di fase voltometrici si dovranno allora trasformare dal valore ψ' (ritardo di fase) al valore $\psi' + 60° = \varphi' + 60°$ per apparecchi a induzione, e dal valore ψ (anticipo di fase) al valore $\psi - 60° = 90° - \varphi' - 60° = 30° - \varphi'$ per apparecchi elettrodinamici (fig. 9) ([8]).

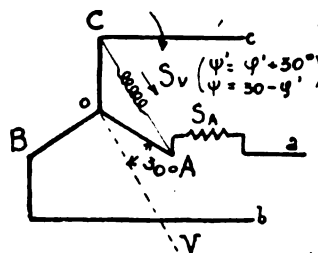
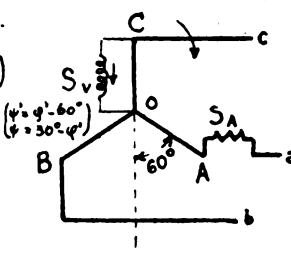



Fig. 6. Fig. 7.

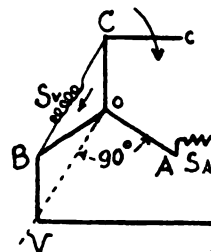
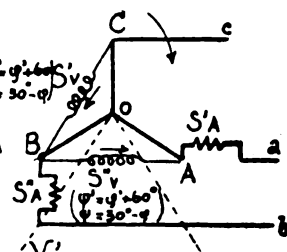



Fig 8. Fig. 9.

*

Nel caso di sistemi trifasi equilibrati — onde evitare che l'Utente possa volontariamente e dolosamente scambiare le fasi del sistema trifase — si potrà molto opportunamente (trattandosi di apparecchi a induzione) costruire l'apparecchio con due spirali amperometriche destinate ad essere rispettivamente percorse da due correnti spostate di fase l'una rispetto all'altra di 120° o di 60°.

In tal caso si potranno allora convenientemente utilizzare differenze di potenziale concatenate in anticipo di fase di 30° o di 60° rispetto alla corrente somma vettoriale delle due correnti componenti di cui si è detto. Ed allora conseguentemente lo spostamento di fase voltometrico ψ', anzichè essere uguale a φ', risulterà rispettivamente uguale a $(\varphi' + 30° =$ (fig. 10); od a $(\varphi' + 60°) =$ (fig. 11).

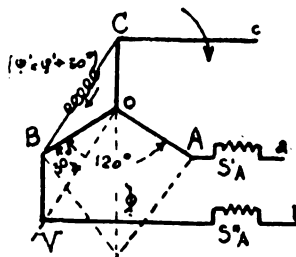
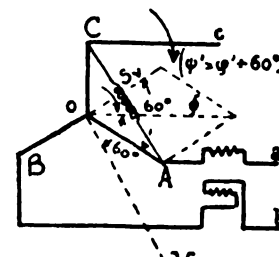



Fig. 10. Fig. 11.

E' notevole il fatto che nel caso particolare di $\cos \varphi' = 0{,}86$ ($\varphi' = 30°$) detto spostamento di fase (nel caso in cui si utilizzano differenze di potenziale in anticipo di fase di 60°) risulta uguale a 90° — nelle quali condizioni l'apparecchio si riduce ad un ordinario apparecchio wattometrico a doppia spirale amperometrica per sistemi trifasi equilibrati.

CONCLUSIONE.

E' evidente il vantaggio della adozione di un contatore complementare basato sui concetti sopra espressi.

Sono così rese possibili le combinazioni più correnti per tener equamente conto del fattore di potenza quando questo sia diverso oltre il limite tollerabile dalle Società di distribuzione, e diviene quindi assai spedita l'applicazione in una misura — tariffa unica razionale — che ogni Società può predeterminare, fissare e regolare coi criteri ad essa più convenienti anche nei riguardi dell'Utente, per le variazioni del fattore di potenza in ogni singolo impianto utilizzatore ([9]).

([5]) Queste considerazioni valgono anche allorquando si tratta di impianti trifasi poco dissimmetrici (ordinari impianti forza). E' ovvio infatti che qui si tratta di considerare errori percentuali di un apparecchio secondario di controllo, le cui indicazioni si debbono sommare con quelle dell'apparecchio principale wattometrico.

([6]) Così — a titolo di esempio — per i casi di $\varphi' = 32 \div 37°$ ($\cos \varphi' = 0{,}85 = 0{,}8$), detto spostamento di fase sarà uguale a $62° \div 67°$ (ritardo di fase) per apparecchi a induzione, ed eguale a $28° \div 23°$ (anticipo di fase) per apparecchi elettrodinamici.

([7]) E' notevole il fatto che nel caso particolare di $\cos \varphi' = 0{,}86$ ($\varphi' = 30$), detto spostamento risulta rispettivamente uguale a 90° ed a 0° secondo che si tratta di apparecchi a induzione od elettrodinamici: nelle quali condizioni l'apparecchio si riduce ad un ordinario apparecchio wattometrico (contatore ordinario).

([8]) E' anche qui è importante da osservare che nel caso particolare di $\cos \varphi' = 0{,}86$ ($\varphi' = 30°$) detto spostamento risulta rispettivamente uguale a 90° ed a 0° secondo che si tratta di apparecchi a induzione od elettrodinamici: nelle quali condizioni i due apparecchi si riducono a due ordinari apparecchi wattometrici (contatori ordinari).

([9]) Mi compiaccio porgere vivi ringraziamenti alla Spett. Ditta Siry Chamon di Milano, che gentilmente mi ha favorito nello studio pratico e nella costruzione degli apparecchi.

SOTTOSTAZIONE ALL'APERTO DI POGGIO REALE (Napoli) DELLA SOCIETÀ MERIDIONALE DI ELETTRICITÀ

Ing. MARIO RAMAZZOTTI.

Alla fine del mese di luglio 1919, la Società Anonima Franco Tosi mise in esercizio a Napoli una Sottostazione di trasformazione all'aperto per la potenza di 6.000 kVA a 72 000/9740 volt, da essa costruita per conto della Società Meridionale di Elettricità, Sottostazione che dal giorno della sua messa in servizio ha funzionato sempre regolarmente, senza inconvenienti di sorta.

Fu questa la prima installazione del genere in Italia e, a quanto ci risulta, in Europa e poichè trattasi di un argomento di attualità, data la tendenza a costruire anche in Italia impianti a tensioni superiori ai 100.000 volt, che rendono consigliabile sotto ogni punto di vista l'installazione di Sottostazioni di trasformazione all'aperto, ne diamo quì una particolareggiata descrizione, corredata di dati e fotografie favoritici dalla Spettabile Società Meridionale di Elettricità.

Come è noto, la Società Meridionale riceve a Napoli l'energia generata nella Centrale del Pescara secondo salto ed in altre Centrali, e la trasforma per la maggior parte in una grande Sottostazione della potenza installata di 24.000 kVA, che fu a suo tempo descritta in questa Rivista. (1).

In seguito, alle richieste sempre crescenti di energia elettrica, specialmente durante il periodo di guerra, si rese necessario l'aumento della potenza erogata da detta Sottostazione.

Il fabbricato della Sottostazione che fu costruito per contenere 12 trasformatori monofasi da 2.000 kVA ciascuno, più due unità di riserva della stessa potenza, mancando assolutamente dello spazio necessario per installare altri trasformatori, portò al problema di ampliare l'edificio o di adottare il sistema americano di Sottostazioni di trasformazione all'aperto.

prima della fine del 1918, cosa questa che causò un certo ritardo nella messa in opera dell'impianto.

La Sottostazione all'aperto in oggetto non deve essere considerata come una Sottostazione autonoma, ma bensì come un ampliamento della Sottostazione in muratura già esistente. Ciò spiega la mancanza di apparecchi di protezione, d'interruttori per le linee partenti, etc.

Il nuovo gruppo di trasformatori montato all'aperto è derivato dopo gli scaricatori dell'antica Sottostazione, ed è allacciato alle sbarre secondarie della medesima come risulta dallo schema rappresentato dalla figura 2).

L'impianto comprende un gruppo di 3 trasformatori monofasi a 2.000 kVA ognuno, con rapporto: monofase di 41600/5620 volt con coltelli separatori, interruttori, riduttori di corrente e apparecchi di protezione e misura quì appresso rapidamente descritti.

L'uscita dell'antica sottostazione è stata fatta attraverso 4 fori quadrati di un metro di lato praticati nei muri, e protetti da schermi in lastre di eternit.

Alcune prove eseguite dai Tecnici della Società Meridionale di Elettricità nel Politecnico di Napoli, sul comportamento dell'eternit, hanno portato alle constatazioni seguenti:

Per un conduttore in rame nudo passante attraverso un foro circolare di 40 c/m di diametro nella lastra e posto sotto pioggia di acqua a 45° la tensione fra conduttore e bordo della lastra fu spinta sino a 120.000 volt senza scariche.

Con un'altra lastra sott'acqua abbondante si potè spingere a 105.000 volt la tensione applicata, prima di avere una scarica, essendo di soli 18 c/m la distanza d'aria fra lastra di eternit e terra.

Il 4. foro è destinato al collegamento del neutro, collegamento che serve, tanto per poter mettere eventualmente il neutro a terra, quanto per poter utilizzare come riserva uno dei trasformatori monofasi già esistenti nella Cabina.

Immediatamente dopo l'uscita dei fili dal fabbricato sono montati i coltelli separatori unipolari per 80.000 volt e 300 ampère del tipo a lama bifilare sospesa sotto una catena di 5 isolatori. Detti coltelli sono muniti di un dispositivo di chiusura di sicurezza e, malgrado sia-

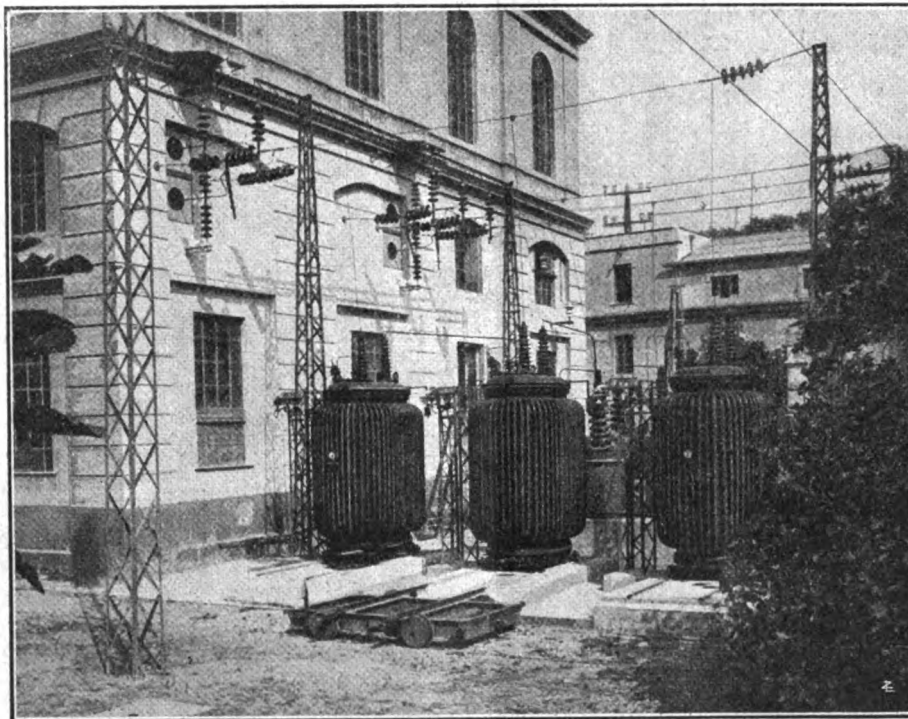



Fig. 1.

Questa ultima soluzione fu scelta, tanto per ragioni di minore costo d'impianto, quanto per realizzare una più rapida esecuzione. Inoltre l'impianto di una prima Sottostazione importante del tipo all'aperto poteva avere un carattere esperimentale, e fornire elementi preziosissimi per lo studio dei futuri impianti ad altissima tensione.

I trasformatori, e tutto il materiale per la Sottostazione all'aperto, rappresentata in tutti i suoi particolari nella figura 1), ordinati alla Società Anonima Franco Tosi nel 1917, sono di costruzione della General Electric Company di Schenectady. Per un complesso di circostanze, dovute principalmente alle difficoltà dei trasporti marittimi durante la guerra, essi non poterono essere spediti da New York a Genova

(1) Vedasi a pag. 460. anno 1914.

no installati a circa 8 metri dal suolo, essi sono facilmente manovrabili da terra mediante fioretti di manovra.

I tre conduttori di fase che partono dai coltelli e sono tesi orizzontalmente fra i coltelli stessi e catene di isolatori di testa, sono collegati con discese verticali ai riduttori di corrente che sono di notevole altezza, cosa questa che ha permesso di montarli pochi centimetri al disopra del piano di campagna, senza incontrare il pericolo di avere parti ad alta tensione a portata di mano. Di questi riduttori di corrente potranno rilevarsi i dettagli costruttivi dalle unite figure N. 3 e 4.

Il gruppo di tre interruttori monofasi collegati meccanicamente fra di loro con apposite leve per la manovra simultanea, sia a mano che elettricamente, è dimensionato per 110 000 volt a 300 ampere,

ed è formato da elementi studiati accuratamente per permettere la loro apertura senza inconvenienti ad elevati carichi di rottura.

tura. Malgrado la mole di questi interruttori vedi Fig. 5) e Fig. 6), la manovra a mano richiede un sforzo minimo.

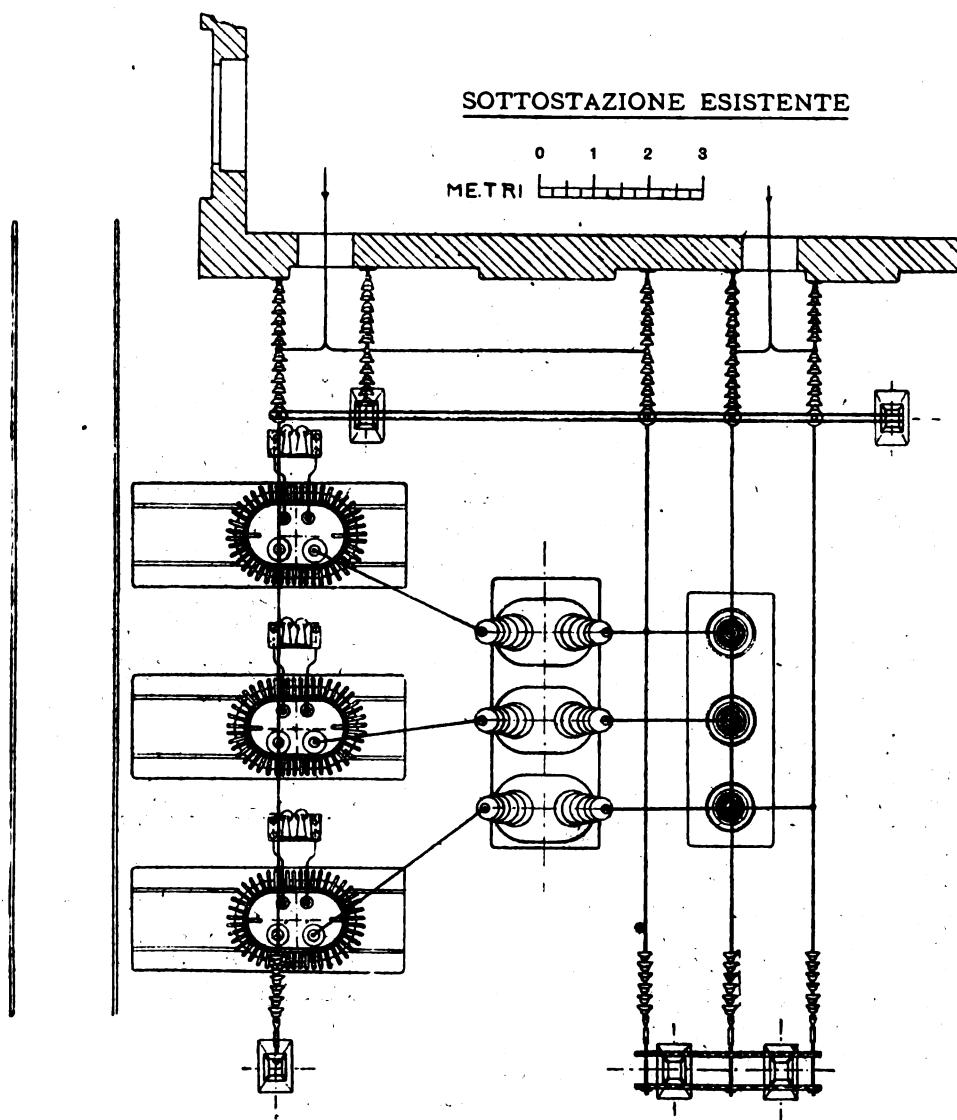
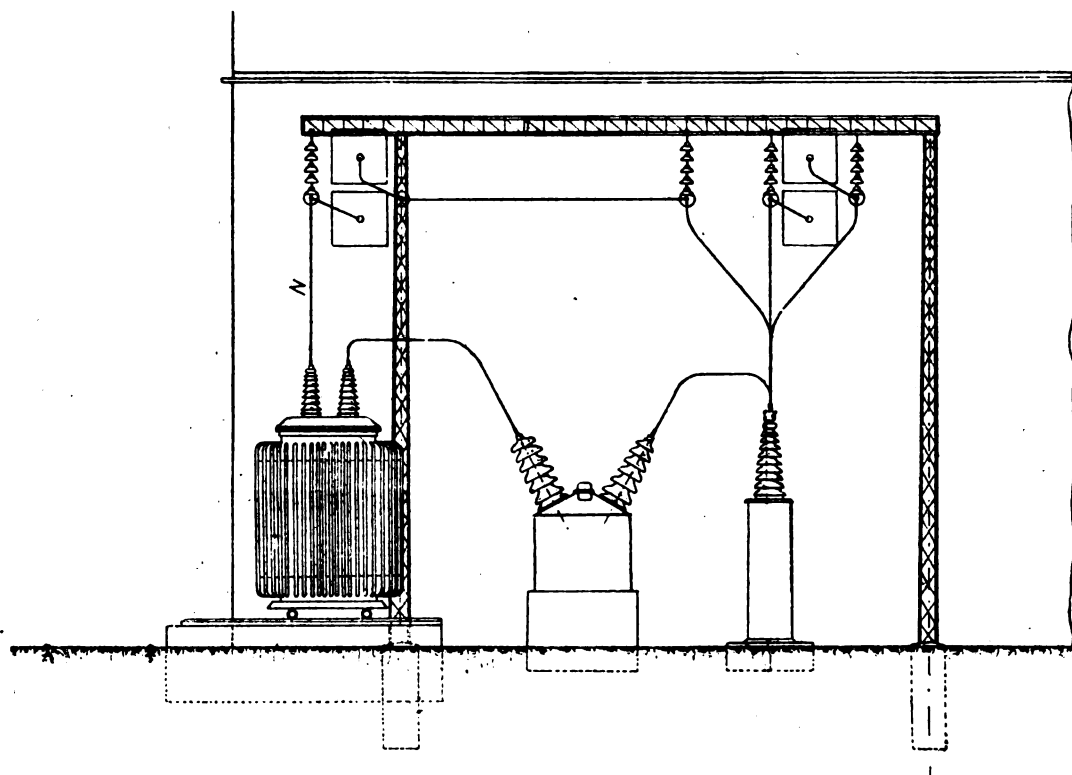



Fig. 2.

Gli interruttori hanno due aperture per polo e sono muniti di isolatori passanti di porcellana del tipo a campane multiple e di speciale robustezza per reggere con tutta sicurezza alle eventuali scosse di apertura.

Il comando elettromagnetico di apertura e chiusura a distanza è fatto mediante un commutatore unipolare montato sul quadro generale dei trasformatori nell'interno della Sottostazione.

Sullo stesso quadro sono disposti i rélais del tipo a induzione per lo scatto a massima, alimentati dai riduttori di corrente montati all'esterno e, pur avendo una caratteristica di scatto a tempo indipendente

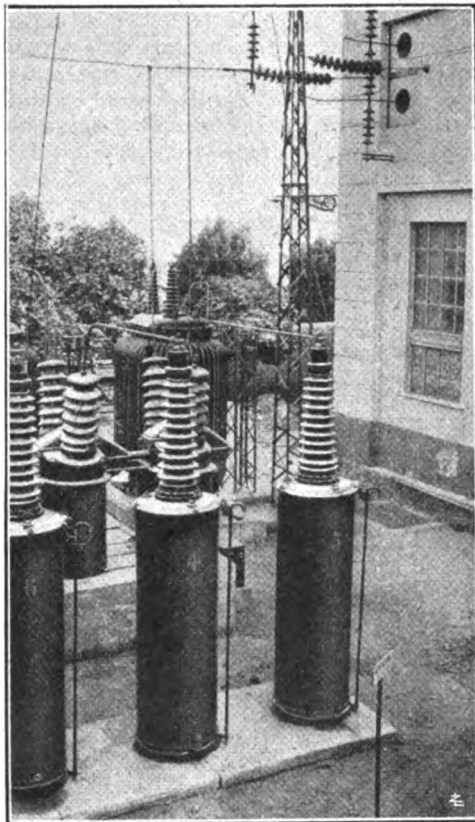



Fig. 3.

per i sopraccarichi deboli, assicurano però lo scatto rapido in caso di corti circuiti intensi. In serie con i rélais si trovano degli amperometri, pure montati sul quadro di manovra.

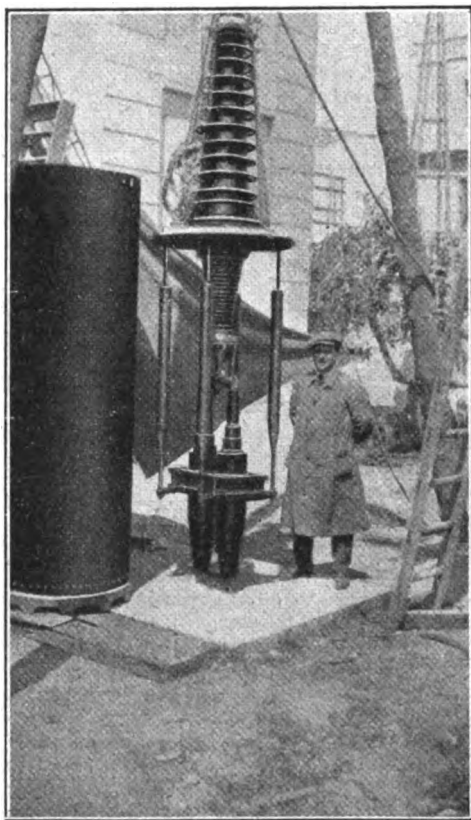



Fig. 4.

I trasformatori monofasi da 2.000 kVA ciascuno con rapporto di trasformazione di 41.600/5.620 volt — 42 periodi — sono collegati stella - stella in modo da realizzare un gruppo della potenza di 6000 kVA con rapporto trifase di 72.000/9.740 volt a vuoto.

Essi sono del tipo a raffreddamento naturale con cassoni in lamiera da caldaia, muniti esternamente di tre strati sovrapposti di tubi di raffreddamento. Il nucleo è del tipo a due colonne, come rappresentato nella Fig. 7); l'avvolgimento a bassa tensione è all'interno; ed è formato da una bobina a spirale, mentre l'avvolgimento ad alta tensione è all'esterno, ed è formato da bobine sovrapposte.

Le prove di riscaldamento nelle Officine della General Electric Company hanno dato 43,8. C. di sovratemperatura misurata sulla variazione di resistenza dell'avvolgimento ad alta tensione. In eser-

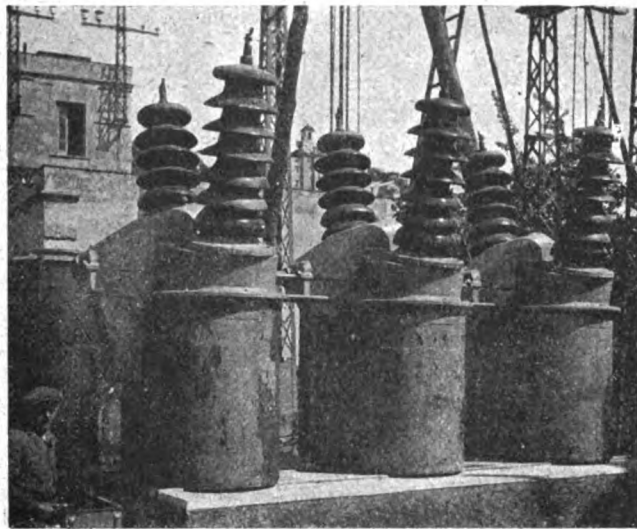



Fig. 5.

cizio a pieno carico per otto ore consecutive la sovratemperatura dell'olio è risultata di circa 25. C., essendo la temperatura esterna di circa 10. C. (mesi invernali).

Alle prove sono stati determinati i seguenti rendimenti:

per carico di	1/1	3/4	1/2	1/4
a $\cos \varphi = 1{,}0$	98,9 %	98,8 %	98,6 %	97,6 %
a $\cos \varphi = 0{,}8$	98,7 »	98,6 »	98,3 »	97,1 »

Dai morsetti secondari dei trasformatori, la corrente è portata attraverso coltelli separatori per 15.000 volt e 600 ampère, tipo per

Fig. 6.

esterno con isolatori rigidi a campana, e cavi sottopiombo con scatole di estremità in alluminio, all'interruttore secondario montato nell'interno della Sottostazione.

Le connesioni a 72.000 volt, dall'interno della Cabina sino ai riduttori di corrente, sono per una parte in tubo di rame da 20/15 m/m di diametro e per una parte in treccia di rame. Dai riduttori di

corrente agli interruttori e da questi ai trasformatori, le connessioni sono state fatte con tubi di ferro da un pollice. Prima di decidere l'adozione di tale tipo di collegamento si provò un pezzo di tubo di ferro dello stesso diametro e venne constatato che a 50 ampère

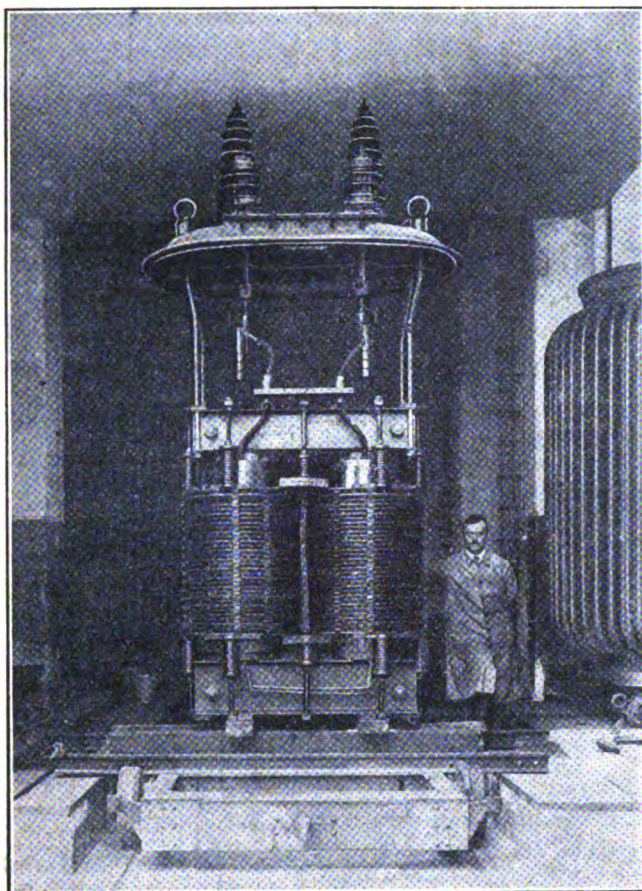



Fig. 7.

(corrente normale di pieno carico dei trasformatori: 48 Amp) il riscaldamento non era percettibile e che ad 80 ampère il riscaldamento era di circa 15. C. sopra l'ambiente.

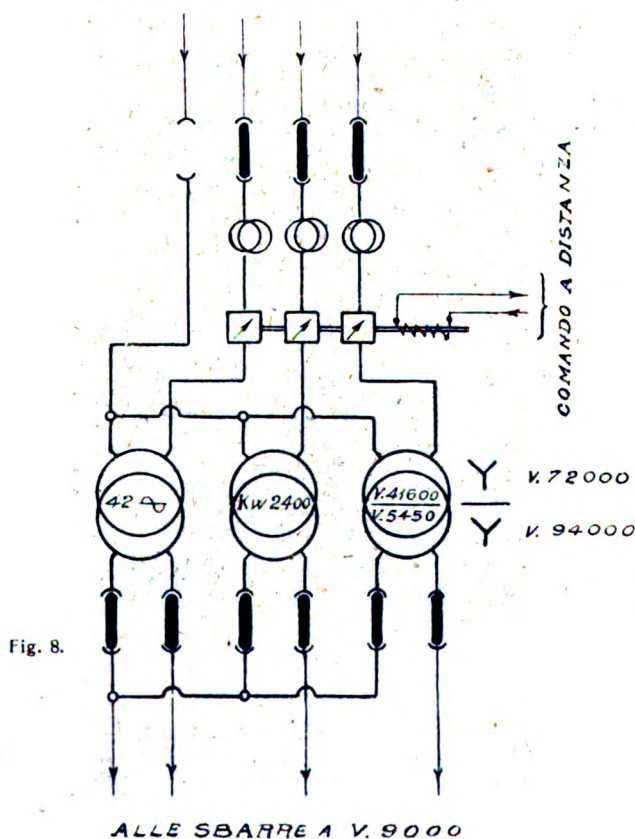



Fig. 8.

Nel progettare l'impianto uno dei criteri direttivi fu quello di evitare per quanto possibile le pesanti e quindi costose soprastrutture metalliche che sono una delle caratteristiche degli impianti americani all'aperto.

L'impiego di tubi di ferro per le connessioni fra riduttori, interruttori e trasformatori ha permesso di fare delle connessioni in volata completamente rigide; risparmiando così ogni sostegno intermediario. I pali a traliccio utilizzati per l'ammarraggio delle catene di isolatori per il sostegno delle sbarre sono pali di linea dimessi da altri impianti e leggermente modificati per corrispondere alla loro nuova utilizzazione. Le sole costruzioni appositamente eseguite sono i tre piccoli tralicci montati a fianco dei trasformatori per sostenere i coltelli a 15.000 volt e le cassette di estremità dei cavi, nonchè la trave a traliccio che porta le catene di isolatori per il sostegno dei coltelli a 72.000 volt.

ASPETTI FINANZIARI DEL PROBLEMA DELLA ELETTRIFICAZIONE DELLE FERROVIE ITALIANE (¹)

Ing. FRANCESCO SCHUPFER.

La presente relazione si propone di studiare gli effetti finanziari delle elettrificazioni ferroviarie finora eseguite in Italia e sopratutto di mettere in luce come alla estensione di tale provvedimento vadano imposti dei limiti che sarebbe dannoso oltrepassare.

Il problema di ottenere un buon esercizio ferroviario colla trazione elettrica è risolto oggi, in modo soddisfacente, qualcuno ha detto che lo è forse anche troppo, perchè essendo vari i sistemi che hanno fatto buona prova, senza che nessuno di essi sia decisamente riuscito a far riconoscere la propria superiorità, la questione della scelta riesce difficile ed assillante. Senonchè nel fervore della discussione, che si dibatte specialmente fra i fautori della corrente trifase e quelli della corrente continua, si è spesso dimenticato che per ciascuna ferrovia esiste una questione pregiudiziale; tenuto conto della sua struttura e del suo traffico conviene, dal punto di vista finanziario, sostituirvi la trazione elettrica alla trazione a vapore? La stampa politica e gli stessi uomini di Governo ammettono, quasi verità dogmatica, che la risposta deva sempre essere affermativa. I tecnici hanno scritto assai poco in materia e la mancanza da parte loro di una seria discussione ha nociuto alla chiarezza della impostazione del problema.

E' bene dunque che la indagine sia iniziata pur circondandola da quelle necessarie e doverose riserve che così si possono formulare: tutti i ragionamenti, le deduzioni e più ancora le previsioni vanno subordinate alla condizione *rebus sic stantibus* e cioè valgono finchè non mutino le condizioni attuali dell'industria elettrica e ferroviaria ed il materiale scientifico e statistico che è oggi a disposizione degli studiosi.

La trazione elettrica ferroviaria, che presenta differenze notevoli dalla trazione tramviaria urbana, ebbe in Italia nel 1900 le sue prime soluzioni: la linea Milano-Varese fu elettrificata a corrente continua con terza rotaia, le linee Valtellinesi a corrente alternata trifase.

Un secondo passo ben più notevole fu fatto nella via delle elettrificazioni ferroviarie quando più tardi l'Amministrazione delle Ferrovie dello Stato dovette avvisare al modo di intensificare il traffico sulla vecchia linea dei Giovi dove il fumo stagnante nelle gallerie era il principale ostacolo all'aumento del numero dei treni.

Questa volta si trattava di adottare la trazione elettrica in una linea avente il maggior traffico di tutte le ferrovie italiane, e nella quale, sopra una lunghezza di oltre dieci chilometri, si presentava una pendenza media del 27 per mille, ed una massima del 29 per mille in galleria, e del 35 per mille allo scoperto con numerose curve e controcurve. L'importanza del problema tecnico fece ancora passare in seconda linea lo studio della parte finanziaria, o meglio consentì di presumere *a priori* opportuna la elettrificazione dal momento che avrebbe permesso di evitare od almeno di rinviare di molti anni la costruzione di un terzo costosissimo valico dell'appennino a Nord di Genova. I risultati della elettrificazione della linea dei Giovi, eseguita con corrente alternata trifase *prodotta nella centrale termica della Chiappella*, furono tecnicamente ottimi. La trazione elettrica permise di trainare sulle maggiori salite treni di composizione e di velocità uguali a quelli usati in pianura e di far percorrere le lunghe e numerose gallerie da treni così frequenti come all'esterno.

Finanziariamente i risultati furono buoni perchè si potè constatare che, oltre agli altri scopi, era stata raggiunta anche una certa economia nella spesa di esercizio.

In qual modo poteva realizzarsi questa economia non ostante che a debito del bilancio delle ferrovie si dovessero porre gli interessi

(¹) Riassunto da una relazione al Congresso della Associazione Nazionale Ingegneri Italiani in Roma.

ed ammortamenti delle somme anticipate per la elettrificazione? La ragione risulta chiara dalle cifre dei consumi. Colla trazione a vapore sulla vecchia linea dei Giovi occorrevano in media 86 grammi di carbone per rimorchiare una tonnellata chilometro virtuale. Colla trazione elettrica, bastavano invece 25 wattore per compiere lo stesso lavoro: e siccome in quella centrale occorrevano in media due grammi di carbone per produrre un wattora, ne risultava che i 25 wattore richiedevano il consumo di soli 50 grammi di carbone in luogo degli 86. Per conseguenza, *anche producendo l'energia elettrica in una centrale termica*, l'economia di combustibile risultava di 36 grammi per tonnellata chilometro virtuale rimorchiata ossia del 40 per cento circa. E' possibile pensare che dove il traffico raggiunge una grandissima intensità questa economia possa essere superiore alla spesa di interessi e di ammortamento delle somme occorse per la elettrificazione. Tale fu appunto il caso della vecchia linea dei Giovi dove il consumo annuo di carbone era ben superiore alle 1000 tonnellate per chilometro. Occorre aggiungere, che, oltre alla possibilità di aumentare il traffico, la elettrificazione fa conseguire altri vantaggi minori: soppressione della spesa per la provvista dell'acqua, minore peso morto rimorchiato, migliore conservazione del materiale mobile per l'assenza del fumo, e minor consumo di ceppi, cerchioni e rotaie per l'uso della frenatura elettrica. Dove esistono lunghe gallerie è evitata la spesa di ventilazione e la corrosione delle rotaie dovuta all'azione dei gas solforosi che non mancano quasi mai nella combustione del carbone. Infine colla trazione elettrica sono ridotti i moti perturbati ed è aumentato da 1/7 a 1/5 il coefficiente di aderenza.

I risultati finanziari di questa importante elettrificazione andrebbero però largamente riveduti quando si volesse generalizzarli. Se si esamina anzitutto il conto capitale bisogna da un lato riconoscere che la spesa occorsa (oltre 300 mila lire a chilometro) è stata ingrossata dalle incertezze di una prima grande applicazione e dall'altro che il tasso d'interesse del 3 1/2 per cento pagato dalle Ferrovie alla Cassa dei depositi e prestiti era, anche prima della guerra, inferiore all'interesse medio del danaro in Italia. Anche nel conto dell'esercizio vi sono da introdurre correzioni in vario senso: la prima che l'essersi generata la corrente elettrica in una centrale termica è condizione sfavorevole che non si ripeterà in seguito, l'altra che il consumo di 25 wattore per tonnellata chilometro rimorchiata è inferiore alla media constatata poi nelle diverse ferrovie elettrificate in 30 wattore, mentre il corrispondente consumo di 86 grammi di carbone verificatosi sulla vecchia linea dei Giovi era eccezionale ed assai superiore a quello delle altre ferrovie italiane: ad esempio sulla vicina succursale il consumo era di soli 56 grammi. In media esso può essere assunto di 66 grammi.

Comunque la convenienza della trazione elettrica su linee di forte traffico e di pendenze elevate e perciò richiedenti forti consumi di carbone potè ritenersi dimostrata e la Direzione Generale delle ferrovie preparò un più vasto programma di elettrificazioni alla cui esecuzione diede mano, con lodevole sollecitudine. Oggi la trazione elettrica è applicata su 449 chilometri dalla rete dello Stato, 172 dei quali sono a doppio binario.

Salvo la linea Milano-Varese (58 km), su tutte le altre fu applicato lo stesso sistema trifase che aveva fatto ottima prova ai Giovi ma, come ho già accennato, questa questione del sistema non è affatto pacifica. Quando fu ordinata la elettrificazione della linea dei Giovi il sistema a corrente alternata trifase era il solo che consentisse l'adozione di tensioni elevate e che si fosse rivelato capace di pratica applicazione. In seguito esso fu applicato sulle nuove linee elettrificate anche perchè esso era meglio conosciuto dai nostri ingegneri e perchè l'uniformità delle apparecchiature elettriche s'imponeva, ma vi sono avversari autorevoli del trifase che gli rimproverano la necessità della doppia linea di contatto, la unicità od il limitato numero di velocità offerte e la conseguente minore utilizzazione degli impianti, la complicazione delle condutture nelle stazioni ed i costosi provvedimenti necessari ad evitare i disturbi delle linee telegrafiche.

Frattanto il sistema a corrente continua, dopo che si sono potute elevare notevolmente le tensioni, ha fatto in America, in questi ultimi anni, progressi così notevoli che ogni osservatore disinteressato deve riconoscere essere dubbio quale sistema meriti la preferenza.

★

Lo scoppio della guerra ha arrestato in Italia l'inizio di elettrificazioni ferroviarie nuove, ma ha messo brillantemente in valore le elettrificazioni già fatte. Sostituita la centrale termica della Chiappella con una fornitura di energia dagli impianti idroelettrici della Maira, provviste di energia idroelettrica anche tutte le altre linee elettrificate si potè conseguire un risparmio annuo di 182 000 tonnellate di carbone, risparmio veramente prezioso nei tempi calamitosi che si attraversano. Le elettrificazioni ferroviarie acquistarono improvvisamente una grande popolarità. Il pubblico che aveva constatato le difficoltà del rifornimento del carbone, il pericolo di paralisi dei nostri trasporti, l'aggravarsi dei cambi attribuito al pagamento all'estero delle materie prime, vide il principale rimedio contro tutti questi mali nella elettrificazione delle ferrovie e la chiese a gran voce: la stampa e gli uomini politici fecero proprio questo programma che si è andato man mano allargando.

Sotto la guida del Bianchi, prima Direttore Generale, poi Ministro, le Ferrovie dello Stato avevano fatto gli studi per applicare la trazione elettrica a 2000 chilometri circa, comprendendovi in generale le linee di maggiori pendenze, di maggior traffico e perciò di maggior consumo di carbone. Queste linee, che davano luogo anche a spese considerevoli per la manutenzione del materiale mobile in causa delle numerose e lunghe gallerie, dovevano essere elettrificate in due periodi di un quinquennio ciascuno. Il primo periodo comprendeva le linee: Ronco-Novi-Torino-Bussoleno; Ronco-Tortona (nuova linea); Novi-Tortona; Firenze-Bologna; Firenze-Faenza; Roma-Falconara; Genova-Spezia; Genova-Acqui-Asti; Milano-Chiasso.

In totale circa mille chilometri.

Nel secondo quinquennio, destinato principalmente a completare il gruppo Ligure-Piemontese costituendo una rete organica di linee, e ad elettrificare il rimanente dei valichi appenninici centrali e la Roma-Napoli, il programma comprendeva le linee: *Savona-Ventimiglia; Cuneo-Ventimiglia; Roma-Napoli* (direttissima) *Spezia-Parma; Roma-Castellamare; Napoli-Foggia.* Totale circa 950 chilometri.

Questo gruppo di elettrificazioni avrebbe permesso di sostituire al consumo di 500 mila tonnellate di carbone un equivalente quantitativo di energia elettrica. Ma questo programma, la cui attuazione avrebbe già richiesto, come ho detto, dieci anni di lavoro, parve in breve troppo modesto e si volle raddoppiarlo; i chilometri di ferrovie da elettrificare furono portati a 4000. Non bastava ancora: fu promosso il R. Decreto 25 agosto 1919 n. 1582 ora abrogato che faceva obbligo di provvedere alla applicazione della trazione elettrica sulle linee ferroviarie esercitate dallo Stato per una estensione non inferiore ai 6000 chilometri, nonchè sulle linee ferroviarie e tramviarie concesse all'industria privata od in corso di concessione « quando risulti la possibilità di prelevare o trasportare convenientemente l'energia elettrica occorrente ». Come è noto tale possibilità esiste oggi dappertutto e siccome le ferrovie a vapore già esercitate dall'industria privata hanno la lunghezza di 4500 chilometri circa ed altrettanta ne hanno le tramvie, si conclude che il decreto aveva stabilito l'obbligo della elettrificazione di circa 14 000 chilometri di linee già costruite. A queste andavano aggiunte le ferrovie e tramvie già concesse ma non ancora costruite per quasi 2000 chilometri.

Dirò subito che questo programma ebbe nella stampa e nel pubblico un successo assai maggiore di quello ottenuto fra i tecnici, fors'anche perchè nessun ingegnere, in base a calcoli aveva mai sostenuto fino allora la convenienza di avere in Italia quasi 16 000 chilometri di ferrovie e tramvie elettrificate.

In qual modo tali calcoli debbano essere impostati fu già accennato: tenterò ora di dare un'idea dell'ordine di grandezza delle cifre che devono costituirli. Secondo il Bianchi ([2]) la spesa d'impianto dell'attrezzatura elettrica, *ai prezzi ante guerra*, si poteva ritenere in media di 80 mila lire a chilometro per le linee a semplice binario e di 100 mila lire per quelle a binario doppio, ben inteso escluso il costo dei locomotori.

Il Conti ([3]) valuta la spesa media di elettrificazione delle ferrovie a semplice binario in 75 000 lire a chilometro sempre ai prezzi di prima della guerra. I due illustri ingegneri vanno dunque presso che d'accordo nella stima della spesa d'impianto, ma indubbiamente nessuno dei due aveva ancora sottocchio i consuntivi delle spese effettivamente sostenute dalle Ferrovie dello Stato nelle elettrificazioni fin qui eseguite. Appunto tenendo conto di tali consuntivi la relazione della Commissione Chimirri (pag. 405) fissa il preventivo per la elettrificazione di una ferrovia a doppio binario, ai prezzi ante guerra, in 150 mila lire, comprese però le condutture primarie di alimentazione. Beninteso si tratta di una previsione media perchè in realtà la spesa occorrente per la elettrificazione dipenderà anche dalla importanza di ciascuna linea. A sua volta questa spesa in conto capitale crea per interesse, ammortamento e manutenzione una spesa annua che deve essere pagata con l'economia del carbone e colle economie accessorie. La spesa di manutenzione, osserva il Bianchi, non è lieve perchè occorre eseguire sugli impianti elettrici una sorveglianza continua e rigorosa, non bisogna aspettare che i fili si rompano o che mancando la corrente ai locomotori si abbiano treni fermi sulla linea: e perciò oltre la sorveglianza occorrono rinnovamenti periodici degli organi dell'attrezzatura di dubbia durata. Complessivamente fra interessi (3.50 per cento) e spese di manutenzione, sorveglianza ed ammortamento il Bianchi calcola sopra una spesa annua pari al 12 per cento delle somme occorse per la elettrificazione. Senonchè egli parlava nel dicembre 1915 e si riferiva alla legge in base alla quale la Cassa dei depositi e prestiti forniva il denaro alle Ferrovie dello Stato al 3.50 per cento. Oggi questo tasso, anche se fosse consentito, sarebbe fittizio. Fissandolo nel 5.50 per cento bisognerebbe portare al 14 per cento l'onere annuo gravante sulle linee elettrificate ed ecco come una linea a doppio binario, che avesse richiesto una spesa di elettrificazione di sole 100 mila lire a chilometro (in luogo delle 150 mila previste dalla Commissione Chimirri) avrebbe dato origine ad una nuova spesa annua di esercizio di 14 000 lire a chilometro.

Di contro a questa spesa sta il fatto che la trazione elettrica permette di sostituire con 30 wattore i 66 grammi di carbone necessari per ciascuna tonnellata chilometro virtuale rimorchiata, e questo dato, insieme alla constatazione che il carbone costava alla vigilia della

([2]) Relazione della Commissione CHIMIRRI – Interrogatorio Bianchi, vol. II, pag. 29.

([3]) ETTORE CONTI, *Per una politica nazionale delle forze idroelettriche in Italia* in *Nuova Antologia*, 16 febbraio 1916.

guerra 35 lire la tonnellata e l'energia elettrica veniva pagata dalle ferrovie 4 centesimi il chilowattora, portava alla conclusione che metà circa della spesa del combustibile poteva essere economizzata. Ammettendo col Greppi (') che le economie accessorie potessero rappresentare il 20 per cento della spesa del carbone si viene alla conclusione che le 14 000 lire di economie non avrebbero potuto realizzarsi che in linee le quali avessero richiesto (coi prezzi di pace) una spesa di combustibile superiore alle 20 000 lire a chilometro. Ora queste linee sono assai rare sulla rete italiana e comunque avrebbero tale intensità di traffico da richiedere per la loro elettrificazione una spesa ben superiore a quella media di 100 000 lire a chilometro. E' per questo che l'originario programma delle Ferrovie dello Stato (elettrificazione di 2000 chilometri) non si giustificava colla pura e semplice economia di servizio.

Il Bianchi riconosceva anzi che con tale elettrificazione il bilancio ferroviario sarebbe andato certamente in disavanzo, ma osservava che molte linee e specialmente il gruppo centrale dei valichi dell'Appennino coll'esercizio a vapore era sfruttato al massimo grado, cosicchè non si sarebbe potuto ulteriormente aumentarvi il numero dei treni per la congestione del traffico e per le condizioni di respirabilità di molte gallerie.

Quanto alla convenienza di elettrificare linee di scarso traffico, essa era esclusa da tutti.

La guerra, tra gli altri suoi effetti, ha aumentato i prezzi e ne ha alterato i rapporti. Se tutti i prezzi fossero aumentati nella stessa misura, fossero diventati tutti quadrupli o quintupli di quelli di prima, se inoltre tali aumenti fossero *permanenti* le argomentazioni e le conclusioni valevoli per i prezzi del tempo di pace si potrebbero ripetere e confermare per quelli odierni. Ma così non è, non solo perchè accanto a prezzi diventati quattro o cinque volte quelli di prima ve ne sono altri, come il carbone, cresciuti quindici o venti volte, ma anche perchè regna la massima incertezza sulla permanenza di questi aumenti.

Le previsioni sono pertanto assai difficili.

✶

Ma quello che in nessun modo si può sostenere è la elettrificazione delle linee a traffico debole.

Le migliaia di chilometri di ferrovie esercitate dall'industria privata delle quali il decreto dell'agosto 1919 aveva ordinato la elettrificazione hanno consumato in media, secondo l'ultima statistica pubblicata (⁴), 35 tonnellate annue di carbone per chilometro. Se deduciamo i 237 chilometri della rete esercitata dalla Nord-Milano e circa altrettanti di linea che fanno capo ad altre grandi città ed hanno traffico così intenso che si sarebbero elettrificate anche indipendentemente da ogni imposizione esteriore, resta pei rimanenti 4000 chilometri un consumo annuo di 25 tonnellate di carbone per chilometro. Ammettiamo pure che trattandosi di linee di pochissima importanza, l'elettrificazione avrebbe potuto farsi, ai prezzi di pace, con una spesa inferiore alla media, poniamo con sole 60 000 lire al chilometro essa avrebbe pur sempre addossato al bilancio di esercizio un onere annuo eguale al 14 per cento di questa somma e cioè 8400 lire. Ciò per evitare il consumo di 25 tonnellate di carbone a 35 lire la tonnellata in totale lire 875 meno il prezzo dell'energia elettrica.

Se invece dei prezzi di pace introduciamo nel calcolo i prezzi d'oggi dobbiamo ammettere che la elettrificazione costi almeno il quintuplo e cioè 300 mila lire e perciò che il carico annuo salga pure al quintuplo ossia a 42 000 lire alle quali dovrebbe aggiungersi il costo dell'energia elettrica. Anche volendo supporre che si perpetui l'attuale prezzo del carbone, 700 lire la tonnellata, si vede che le 25 tonnellate non costerebbero più di 17 500 lire e che perciò il conto è ben lungi dal tornare. Se poi si teme che un ulteriore deprezzamento della moneta faccia aumentare ancora il prezzo del carbone si deve insieme ammettere che aumenterebbero anche le spese occorrenti per la elettrificazione. Comunque si consideri la cosa la elettrificazione di queste linee non è conveniente.

Lo stesso dicasi per quasi tutti i 4500 chilometri di tramvie intercomunali e per una parte dei 6000 chilometri di ferrovie dello Stato che il decreto voleva elettrificati.

Tutti questi ragionamenti valgono per linee già costruite. Valgono pure in generale per linee da costruire quantunque in qualche caso, caso di eccezione, la trazione elettrica possa consentire modalità costruttive tali da far realizzare notevoli risparmi nella costruzione della sede stradale. Alludo specialmente alle possibilità di superare la pendenza del 35 per mille che può essere considerata come pendenza limite per la trazione a vapore. Ma è provvedimento da applicarsi con sobrietà. I limiti assegnati alla sollecitazione dei ganci di trazione e le soggezioni imposte dalle forti pendenze portano come fatale conseguenza una diminuzione della potenzialità della ferrovia.

Queste conclusioni non devono sorprendere perchè sono le stesse alle quali sono pervenuti tutti i tecnici che si occuparono del problema. L'opinione del Bianchi ho già riferito, il De Cornè disse alla Commissione Chimirri (vol. II, pag. 89) che riteneva conveniente di estendere la elettrificazione a tutte quelle linee per le quali occorre molto carbone, sia per la loro acclività che per la intensità del traffico. L'Alzona (ibid. pag. 171) dichiarò che per quanto la trazione elettrica abbia di molto migliorato nella sua utilizzazione, per quanti conti si facciano, si trova che è ancora più costosa della trazione a vapore.

La sezione trasporti del Comitato scientifico tecnico (⁶) nella sua Sessione del maggio 1917 su relazione Lanino fu unanime nel ritenere che una attiva elettrificazione debba far parte della nostra immediata ripresa ferroviaria del dopo guerra ma anche in questo non si lasci il Governo trascinare da esagerazioni e sopratutto da deviazioni. Che la soluzione del nostro problema di trazione elettrica è fissata nel sistema italiano *e per le linee di valico essenzialmente.* Che già questo gruppo di linee è di tale importanza ed entità da assorbire di per sè solo la più larga attività per non indifferente periodo d'anni, nè quindi conviene appesantire il problema con inopportune ed ingiustificate generalizzazioni di presunta necessità di elettrificazione.

Devo aggiungere che, abrogato il decreto 25 agosto 1919, l'Amministrazione delle Ferrovie dello Stato e la seconda sezione del Consiglio superiore delle acque hanno potuto formulare per la rete dello Stato un programma di elettrificazioni che si ispira ai concetti qui sostenuti e che molto si avvicina al programma Bianchi.

✶

Senonchè al parere dei tecnici si oppongono argomenti di carattere politico-economico: il desiderio di liberare il Paese dalla servitù della importazione del carbone, e la necessità di migliorare il cambio. Questi argomenti meritano di essere esaminati da vicino e perciò bisogna cominciar dal vedere quale è la posizione dell'Italia nei riguardi della importazione del carbone.

Generalmente sentiamo dire che il nostro fabbisogno di carbone è di undici milioni di tonnellate annue. Questa cifra da sola non può rispecchiare la situazione perchè più del valore statico è il valore dinamico dei dati statistici che interessa considerare. Ben diverso sarà il nostro giudizio se constateremo che gli undici milioni di tonnellate erano una cifra ormai consolidata da un gran numero di anni, ovvero che era il residuo di una importazione maggiore sostituita gradatamente dalle energie idroelettriche che sono state messe in valore, o finalmente era un massimo raggiunto nell'ultimo anno di pace attraverso graduali e continui aumenti.

La verità è che l'importazione del carbone non ha sempre avuto la importanza odierna; era insignificante al tempo della costituzione del Regno, si aggirava ancora sul mezzo milione di tonnellate annue nel 1867 all'indomani della guerra contro l'Austria, ed è andata poi man mano aumentando parallelamente al nostro sviluppo industriale del quale ha seguito così i periodi di prosperità come quelli di depressione e di crisi.

L'ultimo anno di pace, il 1913, vide l'importazione del carbone avvicinarsi agli undici milioni di tonnellate, e confrontata questa cifra con quella di mezzo secolo prima va riconosciuto che essa rappresenta un progresso notevole. Minori ragioni di soddisfazione troveremmo se, affacciandoci alla finestra, guardassimo come vanno le cose fuori di casa nostra. Ecco per esempio quali furono nel 1912 i consumi medi di carbon fossile per ogni abitante in diversi Stati (⁷).

Stati Uniti	kg	5100
Inghilterra	»	4170
Belgio	»	3490
Germania	»	2350
Francia	»	1580
Spagna	»	360
Italia	»	280
Russia	»	260

Per trovare altri consumi inferiori ai nostri dovremmo cercarli in Serbia, in Bulgaria, od in Grecia.

Certo questi dati non bastano per uno studio comparativo completo che potrebbe farsi solo tenendo conto, per noi e per gli altri, anche dello sviluppo degli impianti idroelettrici e dei consumi di lignite e di olii pesanti, ma questo esame uscirebbe dagli scopi e dai limiti che mi sono proposti. Ricorderò solo che per l'Italia gli impianti idroelettrici nel 1913 hanno sostituito il consumo di tre milioni di tonnellate di carbone (⁸) e quanto alle ligniti che il loro contributo all'economia generale è sempre stato più che modesto.

Con quale passo ci eravamo noi incamminati quando la guerra ci ha imposto di arrestarci? L'esame delle cifre ci consente di affermare, così all'ingrosso che nell'ultimo mezzo secolo il consumo di carbon fossile in Italia si è raddoppiato ogni dieci anni. Anche nel decennio ultimo dal 1903 al 1913 l'importazione del fossile è passata da tonnellate 5 546 823 a 10 834 008. Quanto all'energia elettrica la sua produzione è data dalle statistiche soltanto a partire da cinque anni prima dello scoppio della guerra ed in questi cinque anni

(⁴) Relazione della Commissione CHIMIRRI, vol. I, pag. 402.

(⁵) *Relazione sull'esercizio delle strade ferrate concesse all'industria privata per l'anno 1910.*

(⁶) *Rivista tecnica delle ferrovie italiane*, giugno 1917.

(⁷) LANINO e GIOVENE, *Sul consumo del carbone fossile in Italia. - Rivista tecnica delle ferrovie italiane*, giugno 1917.

(⁸) Si ammette l'equivalenza media di un chilogramma e mezzo di carbone per ogni chilowattora venduto.

è più che raddoppiata. Magnifica dunque l'accelerazione del progresso. Certo il prevedere che essa potesse continuare nella stessa misura anche solo per un decennio sarebbe arbitrario, voler supporre che continuasse indefinitivamente assurdo, ma assurdo sarebbe pure il sostenere che l'Italia del 1913 avesse già raggiunto le colonne d'Ercole del suo progresso industriale.

Tuttavia fra la possibilità di aumento nell'importazione del carbone e quella dello sviluppo degli impianti idroelettrici una differenza va rilevata.

La prima non ha alcun limite necessario, la seconda ha i confini segnati dalle disponibilità esistenti. Secondo il Perrone (9) la potenza motrice idraulica del Regno d'Italia (senza le nuove provincie che è meglio escludere per non alterare il valore del materiale statistico disponibile) ammonta a cinque milioni di HP.

Si tratta però di una valutazione più teorica che industriale che da un lato non tiene conto degli effetti degli impianti a serbatoio, dall'altro suppone che a nessun acqua sia consentito di giungere al mare senza avere azionato delle turbine: ora in pratica una parte dei corsi d'acqua si troverà di troppo costoso sfruttamento, ed un'altra, il basso corso dei fiumi maggiori, avrà pendenze troppo limitate perchè si possa utilizzarli. Vi saranno inoltre esigenze di irrigazione delle quali l'interesse nazionale imporrà di tener conto, e finalmente si dovranno dedurre le forze idrauliche che sono già sfruttate (10).

D'altra parte non sembra pratico, in tale materia, di voler spingere lo sguardo a un troppo lontano avvenire. Limitando le previsioni ad un futuro non troppo remoto, colle notizie oggi possedute si potrà calcolare che nei prossimi 25 o 30 anni possa utilmente sfruttarsi una quantità di energia idroelettrica di circa dieci miliardi di chilowattore annui.

E' questa una massa di energia tale da consentire l'ardita speranza di poter sopprimere la importazione del carbone in Italia? La risposta potrebbe essere affermativa solo quando si prevedesse un arresto del nostro sviluppo industriale, ma se si ammettesse che questo sviluppo, una volta superata la presente crisi, riprenda si deve ammettere pure che i 10 miliardi di chilowattore non basterebbero nemmeno a far fronte alle necessità nuove. Si pensi alla via lunga che devono ancora percorrere l'Italia centrale, meridionale ed insulare, alle molteplici e sempre crescenti applicazioni dell'elettricità nel campo meccanico, termico e chimico (11) e si concluderà che non solo l'importazione del carbone non potrà essere ridotta ma dovrà aumentare di pari passo coll'aumento dell'energia elettrica.

E allora s'impone il dilemma: o dare l'energia elettrica alle ferrovie o darla alle altre industrie. Dal punto di vista finanziario la scelta non può essere dubbia perchè la elettrificazione che rappresenta un passivo nel bilancio ferroviario è invece largamente vantaggiosa in tante e tante altre applicazioni. Bisogna pure tener presente il grado di utilizzazioni degli impianti. La potenza motrice nelle ferrovie (parlo di quelle a debole traffico) non è utilizzata per 1000 ore all'anno mentre l'utilizzazione media delle altre industrie è quasi tripla di quella. Chiuderò queste considerazioni citando anche una volta il parere espresso dal Bianchi alla Commissione Chimirri: egli per altra via arriva alle stesse conclusioni:

« Se le riserve di acqua fossero tanto limitate da servire solo o « alle ferrovie o alle industrie mi sono domandato se era meglio darle « alle ferrovie o alle industrie e mi sembrò razionale così rispondere: « se io do la energia elettrica alle ferrovie anzichè alle industrie ren« dendo impossibile a queste industrie di sorgere e lavorare allora io « non ho il cliente che fa viaggiare prima le materie prime e poi la « merce manifatturata. Dunque nel dubbio, ho più interesse, quale Sta« to esercente le ferrovie, di dare l'energia al cliente che me ne con« suma tre volte tanta di quella che occorre alle ferrovie per fare il « proprio servizio di trasporti ».

*

Viene ora la questione dei cambi:

Francamente non si può dire che finora il diagramma dei cambi abbia rivelato una connessione assoluta con quello delle importazioni di carbone: ma se una connessione si vuole scorgere essa è in senso contrario a quello che generalmente si crede.

Prima della crisi odierna il cambio più sfavorevole lo avemmo in Italia al principio della costituzione del Regno quando l'importazione del carbone era quasi nulla. In seguito miglioramento del cambio ed aumento d'importazione del carbone andarono di pari passo. Durante il periodo di depressione dell'ultimo decennio del secolo scorso il cambio ha peggiorato sensibilmente e l'importazione del carbone ha segnato una serie di alti e bassi con tendenza alla diminuzione. Finalmente mai il cambio è stato a noi così favorevole come nel decennio precedente alla guerra durante il quale, come ho detto, l'importazione del carbone si è raddoppiata.

La verità è che la considerazione del carbone o più in generale delle materie prime importate non può essere disgiunta da quella del loro impiego. Maggior quantità di materie prime importate significa maggiore produzione di prodotti lavorati e perciò miglioramento della bilancia commerciale. Nè è il caso di obiettare che l'esercizio ferroviario è industria di trasporto e non di produzione, perchè ho già dimostrato che l'elettrificazione delle ferrovie non sopprime l'importazione del carbone, ne sposta solo l'impiego a danno delle industrie produttrici.

La questione però ha un altro aspetto, forse inatteso, che è bene mettere in luce.

Una ferrovia viene elettrificata. Per quanto modesta sia la sua importanza, abbiamo veduto che la spesa non potrà mai, coi prezzi di pace, essere inferiore alle 60 mila lire a chilometro e darà luogo ad un onere annuo complessivo di 8400 lire per interessi, ammortamento e manutenzione. Ora una parte, non meno di metà, della spesa in conto capitale serve per acquisti da farsi all'estero: rame, ferro ed in parte macchinario, acquisti che non potranno essere pagati che con debiti ai quali corrisponderà una quota annua d'interessi. Non basta: siccome il rinnovamento ed in parte la manutenzione di materiali di rame e di ferro si fa con rame e con ferro, non saranno i soli interessi del debito che si dovranno pagare ogni anno all'estero ma benanche, sotto forma di nuovi acquisti, una quota di rinnovamento e manutenzione; poniamo in tutto circa 2500 o 3000 lire. Se poi il calcolo si fa coi prezzi di guerra, le cifre risulteranno aumentate e saranno invece 10 o 12 mila lire annue a chilometro da pagare all'estero.

Ora se si considera che a parità di energia consumata, la elettrificazione delle ferrovie è assai più gravosa della elettrificazione delle altre industrie (si pensi solo alle costose linee di contatto) e che le cifre trovate sono dell'ordine di grandezza di quelle occorrenti per pagare il carbone, senza che del carbone si sia evitata l'importazione, si deve per forza concludere che la conseguenza delle elettrificazioni ferroviarie è quella di aggravare senza corrispettivo i pagamenti all'estero e perciò di peggiorare i cambi.

Maggiore impressione fa in generale un ultimo argomento: l'elettrificazione delle ferrovie garantirebbe meglio i trasporti in caso di guerra. Dubito però che effettivamente le autorità militari desiderino un provvedimento che aumenterebbe di molto la vulnerabilità delle linee.

Certo una guerra, in condizioni tali da renderci impossibili i rifornimenti ci metterebbe in condizioni gravissime; esse sarebbero però meno gravi nei riguardi delle ferrovie (che per legge e per consuetudine hanno sempre almeno quattro mesi di scorta di combustibile) che in quelli delle altre manifestazioni della vita del Paese. In qual modo si potrebbe sostenere una lotta di lunga durata senza ferro, senza rame, senza petrolio e benzina e cotone e generi alimentari? Ed a che varrebbe l'avere elettrificato tutte o quasi le ferrovie se la paralisi di ogni nostra attività non potrebbe per altra via essere evitata?

Ma oltre ad una guerra che ci tolga la possibilità dei rifornimenti bisogna prevedere anche una guerra nella quale tali rifornimenti continuino ad essere possibili, ed in questo caso può darsi che avremmo a pentirci di avere colla elettrificazione esposte le nostre ferrovie a facili insidie, e male amministrato il nostro patrimonio idroelettrico con un investimento non razionale.

*

Si obietta: perchè togliere una innocua illusione al Paese? Per la elettrificazione di 16 mila chilometri che ancora si propugna dai massimalisti delle elettrificazioni ferroviarie occorrerebbero trent'anni di lavoro ed alcuni miliardi di spesa, e vi è tempo perchè la vera natura finanziaria del problema si riveli automaticamente ed imponga una attenuazione del programma.

Ebbene io affermo che nel tollerare la continuazione dell'equivoco il danno c'è. Anzitutto nulla garantisce che l'ordine logico di precedenza sarà osservato nella esecuzione del programma, e cioè che fra le ferrovie esistenti saranno elettrificate per prime quelle che hanno un maggior consumo specifico di carbone. L'infatuazione delle elettrificazioni è tale che ogni regione fa della elettrificazione delle proprie ferrovie una questione di amor proprio nella risoluzione della quale possono intervenire influenze politiche perturbatrici. Se prima della guerra in un periodo nel quale la autonomia delle Ferrovie dello Stato era ancora integra abbiamo assistito alla elettrificazione della linea Torino-Pinerolo, linea pianeggiante, di traffico inferiore a quello medio della rete italiana e che non consumava più di 100 tonnellate annue di carbone per chilometro, che dire di questo periodo tumultuario nel quale tutto sembra prevalere fuorchè l'obbiettivo e ponderato studio dei problemi tecnico-finanziarii? Non sappiamo forse che si è rasentato il pericolo di leggere un decreto che ordinava l'elettrificazione delle Ferrovie Reali Sarde dove il consumo annuo di carbone non arriva alle 30 tonnellate per chilometro? Eppure è tanto facile il comprendere che se si ha, nel bilancio dello Stato, un centinaio di milioni disponibili per elettrificazioni ferroviarie varrebbe as-

(9) PERRONE, *Potenza idraulica del Regno d'Italia nelle memorie illustrative della carta idrografica*, vol. 38.

(10) Nell'esercizio 1913-14 furono venduti 2312 milioni di kWh, aumentati a 3797 milioni nell'esercizio 1916-17 e ridotti a 3392 nell'esercizio 1917-18 in causa dell'invasione austriaca nell'alto Veneto. Oggi però il danno è già riparato. Veggasi la statistica delle imposte di fabbricazione dal 1° luglio 1917 al 30 giugno 1918.

(11) Il Conti nell'articolo citato calcola che solo per risolvere in pieno il problema di produrre in Italia il fabbisogno di materie fertilizzanti dall'azoto dell'aria atmosferica occorrerebbero circa 6 miliardi di chilowattore annui.

sai meglio di spenderli per elettrificare la ferrovia Porrettana dove il consumo annuo di carbone è di 500 tonnellate per chilometro.

Un altro pericolo di un esagerato programma di elettrificazioni è quello di vedere risorgere le riserve ferroviarie di energie idroelettriche. Tutti ricordiamo quanto male ha fatto all'economia generale del Paese la circolare 11 giugno 1898 del generale Afan de Rivera allora Ministro dei LL. PP. circolare che ebbe per effetto di sospendere moltissime istruttorie per nuove derivazioni e di arrestare la messa in valore delle nostre cadute d'acqua per tenerle a disposizione di una ipotetica elettrificazione di strade ferrate.

Ebbene in questi 22 anni le Ferrovie non hanno eseguito neppure uno degli impianti che erano stati ipotecati in seguito alla circolare Afan de Rivera e che se fossero stati lasciati a disposizione dell'iniziativa privata avrebbero aumentato di almeno un terzo la potenza motrice idraulica a disposizione dell'industria nazionale.

Un terzo pericolo è costituito dall'obbligo che si vuole imporre di applicare la trazione elettrica sulle nuove linee ferroviarie sieno esse costruite dalle Ferrovie dello Stato o dall'industria privata. Quest'obbligo già incluso nel decreto 25 agosto 1919 è appena timidamente attenuato nel più recente decreto 2 maggio 1920, n. 597 il quale all'art. 4 prescrive che « nella costruzione di nuove ferrovie « da parte dello Stato e nelle concessioni all'industria privata di nuo- « ve ferrovie, si prevederà *di regola* l'esercizio con trazione elettrica, « a meno che non sia accertata la pratica impossibilità di produrre o « trasportare energia idroelettrica o energia ricavata con impiego di « combustibili nazionali ».

Tale pratica impossibilità non esiste e non può esistere oggi in nessun luogo, mentre purtroppo esiste la pratica impossibilità per la finanza italiana di far fronte a tutti gli impellenti bisogni ferroviari del Paese. E allora il citato decreto significherà questo: che se in Italia abbiamo ancora bisogno di 10 000 chilometri di ferrovie per completare la nostra rete, se in omaggio alle difficili condizioni finanziarie nonostante le impazienze delle popolazioni interessate, si dovranno limitare gli stanziamenti per costruzioni nuove per esempio a 100 o 150 milioni annui, questi 150 milioni anzichè servire alla costruzione di 300 chilometri di ferrovie serviranno a costruirne solo 200 perchè si possa dotarli di una trazione elettrica che in generale non sarà consigliabile.

Infatti, per molti anni la maggior parte delle nuove ferrovie non richiederà più di 25 o 30 tonnellate di carbone per chilometro annuo.

Ma ciò che più sorprende ed addolora si è che anche ingegneri di grande valore mostrino che quando si tratta di trazione elettrica, sono vittime della infatuazione generale. Alludo all'operato della Commissione che ha studiato il piano regolatore delle Ferrovie dell'Italia centrale. Questa Commissione ha diviso le nuove linee da costruire in diversi gruppi a seconda della loro importanza ed ha assegnato le caratteristiche principali: raggio minimo e pendenza massima di ciascun gruppo in maniera differente a seconda che la linea sarà costruita con trazione elettrica o con trazione a vapore. Così per citare un esempio le due linee del gruppo *B*, la Civitavecchia-Orte e la trasversale Tosco-Umbro-Marchigiana, con la direttiva Livorno-Pontedera-Saline-Arezzo-Urbania potranno avere raggi minimi di 250 metri e pendenze massime del 25 per mille se costruite con trazione elettrica, e raggi minimi di 350 metri e pendenze massime del 20 per mille se costruite con trazione a vapore. Perchè questa diversità che non ha altro effetto che quello di imporre al bilancio dello Stato un ingente ed inutile spreco di denaro? La Commissione non poteva ignorare che il raggio minimo di 250 metri è adottato senza inconvenienti in linee esercitate a vapore e d'importanza non inferiore a quelle ricordate ad esempio la Genova-Spezia e la Terni-Sulmona e che la pendenza del 25 per mille si trova in linee importantissime quali la Savona-S. Giuseppe, la Parma-Spezia, la Bologna-Pistoia mentre altre linee pure importanti hanno pendenze ancora superiori; cito la Modane-Torino col 30 per mille e la vecchia linea dei Giovi e la Terni-Sulmona tutte due col 35 per mille. Evidentemente oltre alle due eventualità prospettate dalla Commissione una terza ne esiste; quella di adottare per ciascuna linea le modalità più economiche, di farvi per ora l'esercizio a vapore e di elettrificarla fra venti o trent'anni se e quando il traffico avrà raggiunto tale intensità da giustificare il provvedimento. E' dunque desiderabile che sotto questo riguardo un più ponderato studio del problema venga eseguito.

★

Riassumendo il ragionamento fatto esprimo la convinzione che la elettrificazione delle ferrovie a potenzialità completamente sfruttata ed a grande consumo di carbone vada promossa, che la elettrificazione delle ferrovie a traffico debole sia dannosa alla finanza e dannosa alla industria. Essa non contribuisce nelle condizioni attuali a renderci indipendenti dal carbone, obbliga ad aumentare la massa dei nostri debiti all'estero, pesa sul bilancio dello Stato e perciò rinvia il compimento di altre veramente importanti opere pubbliche.

Non mi ha trattenuto il timore di sfatare qualche illusione ormai largamente diffusa nella opinione pubblica. Le illusioni sono addormentatrici ed è pericoloso far credere al popolo che esistono mezzi facili per renderlo ricco e felice. Questa qualità taumaturgica spetta ad un farmaco solo, un farmaco che molto oggi si consiglia e poco si applica e che si chiama lavoro, lavoro, lavoro.

LETTERE ALLA REDAZIONE

Per una priorità italiana.

Abbiamo ricevuto il mese scorso la seguente lettera:

*Spett. Redazione dell'*Elettrotecnica

MILANO

Leggo nel libro « Les Alternateurs Industriels » dell'Ing. L. Barbillion, edito nella Bibliothèque de l'ingénieur electricien a Parigi dall'editore Albin Michel 1919, *a pag.* 41, *quanto segue*: « *D'après le théorème de* Maurice Leblanc, *on peut décomposer ce flux* Φ_a *en deux composantes* $\Phi_a' = \Phi_a'' = \frac{\Phi_a}{2}$ *constantes en grandeur et tournant en sens inverse l'une de l'autre avec la vitesse de pulsation* Ω (fig. 36) .... ecc. ».

A me sembra che da quanto ho inteso parlare di vettori rotanti e più specialmente della decomposizione di un vettore alternativo in due vettori rotanti, sempre mi è stato detto e sempre ho letto e studiato, che tale teorema è del nostro Galileo Ferraris.

Sono veramente ansioso di avere qualche delucidazione in proposito perchè non mi sembra ben fatto, qualora il teorema fosse di Galileo Ferraris, e io sono certo che lo sia, lasciar correre che in Francia si attribuisca uno dei più importanti teoremi dell'elettrotecnica a un fisico francese.

Con distinta osservanza

Ing. PUBLIO CORTINI.

Poichè il teorema in questione è in sostanza un teorema di cinematica, prima di pubblicare la lettera dell'Ing. Cortini abbiamo voluto assumere più sicure informazioni e ci siamo rivolti al Prof. Arnò che fu l'ultimo assistente di Galileo Ferraris, ed ecco quanto ci scrive l'Ing. Comboni assistente del Prof. Arnò:

Nella seduta del 3 *dicembre* 1893 *della Regia Accademia delle Scienze di Torino, Galileo Ferraris presentò una Memoria così intitolata*: « Un Metodo per la Trattazione dei Vettori rotanti od « alternativi — ed una applicazione di esso ai motori elettrici a « correnti alternate ».

Questa Memoria è riprodotta nel suo testo integrale, nel Volume 1° *delle « Opere di* GALILEO FERRARIS » *edite per cura della nostra A. E. I. da U. Hoepli nel* 1902, *a pagina* 355.

Nel testo di detta Memoria e precisamente a pagina 357 *e seguenti, — è trattato il problema della composizione di due vettori di egual frequenza rotanti nel medesimo piano — distinguendovi i due casi di due vettori rotanti nello stesso senso, oppure rotanti in senso opposto.*

Tale trattazione forma parte del metodo generale per la trattazione dei vettori rotanti od alternativi, che risulta come sopra opera originale del compianto nostro grande Maestro.

E' quindi da augurarsi che venga rettificata l'erronea citazione d'oltr'Alpe.

★

L'elettrificazione dell'Agricoltura.

Riceviamo e pubblichiamo:

Ho letto la comunicazione dell'ing. Civita alla Riunione di Roma con molto interesse e mi auguro che venga letta da quanti credono nel progresso della nostra Agricoltura e lavorano in questa direzione.

L'aumento della produzione costituisce un enorme interesse economico non solo, ma anche un interesse politico di primo ordine perchè non si avrà mai una vera indipendenza e la necessaria libertà nei rapporti internazionali finchè non basteremo a noi stessi almeno per il nostro pane quotidiano.

Il grano estero costa oggi al Governo qualcosa come 20 *milioni al giorno in pura perdita — un disastro! — (e la perdita non diminuirà per nulla se in seguito il Governo la riverserà in tutto o in parte sui Contribuenti!) e se domani venisse a mancare sarebbe un disastro anche maggiore, la fame malesuada per il Paese! La guerra dovrebbe avere insegnato qualche cosa, e il dopoguerra.... il resto!*

Fu affermato a sazietà che per aumentare la produzione bisogna industrializzare l'agricoltura, cioè portare nelle campagne i criteri e i mezzi che hanno fatto la fortuna dell'industria: macchine essenzialmente e motori elettrici ovunque si abbiano distribuzioni di energia idroelettrica. Nessun dubbio: tutti ne son persuasi e molti Colleghi nostri si adoprano per approntare i mezzi; ma gli sforzi dei singoli a poco gioverebbero senza il concorso di un'organizzazione potente e competente per giovarsene.

L'ing. Civita ci ha dato la buona notizia! Veramente Egli ci ha comunicato solo un programma di gestazione, ma data l'autorità personale del Collega, la sua posizione di Direttore dell'A. E. I. E., e il fatto che il programma stesso ha già trovato ottima ac-

coglienza negli ambienti competenti, possiamo contare sulla riuscita e lavorare con fiducia per contribuire al successo.

L'ing. Civita conosce bene il problema ed ha qualità di organizzatore, e così la soluzione proposta persuade realmente: vorrei tuttavia fare un'eccezione ai suoi criteri là dove dice che le Società Elettriche non possono avere che un interesse relativo ad entrare nel dettaglio dell'applicazione. Rispondo così anche all'invito della Rivista ad interloquire sull'argomento.

Certamente l'interesse immediato delle I. E. è modesto; ma se le nostre previsioni sono esatte, se veramente l'energia elettrica è destinata ad affermarsi nell'agricoltura come già nell'industria, il campo è assai vasto e promettente e potrebbe perfino essere la salvezza degli Esercenti in momenti di acuta crisi industriale. Chi può prevedere l'avvenire? Si può prevedere solo che l'agricoltura sarà sempre la maggiore e la più sicura delle industrie per Paesi come l'Italia.

E' giusto invece riconoscere che — specialmente per le grandi Aziende — riescirebbe ingombrante occuparsi direttamente della elettrificazione delle campagne, e quindi è ovvio ricorrere a distinti Enti tecnico-finanziari: ritengo però che questi debbano essere una emanazione diretta di esse Aziende che hanno mezzi e competenza da mettere a disposizione, e speciali interessi da tener in conto per coordinare l'attività in relazione con gli sviluppi e i programmi dei singoli impianti.

Da una parte infatti occorre conoscere bene le esigenze del lavoro agricolo e dall'altra le disponibilità degli impianti nelle diverse stagioni, e per ogni stagione durante il ciclo più breve delle 24 ore per poter coordinare e conciliare esigenze e interessi diversi e talora contrastanti, e arrivare col favore delle tariffe a riempire i diagrammi di carico delle Centrali fino alla più completa utilizzazione dell'energia.

La Clientela Agricola sarà utilissima a questi fini: nelle zone servite dagli impianti alpini l'energia di supero collima con i periodi di più intensi lavori in campagna; in ogni caso molte operazioni e alcune fra le più pesanti — come il pompaggio delle acque — non esigono un orario obbligato e continuato e si possono limitare alle ore notturne o durante le soste del lavoro industriale.

L'agricoltore che è abituato ad attendere le pioggie provvidenziali, o almeno i turni di irrigazione dove le acque — poche o molte — sono regolate, si adatterà volontieri a queste prestazioni intermittenti purchè gli tornino meno onerose.

Bisognerà quindi avere molte forme di contratti e molta elasticità di tariffe, avere facoltà di vendere anche sottocosto in certi casi per rifarsi in altri, avendo di mira essenzialmente di rendere persuaso l'agricoltore — specialmente i primi Clienti nel periodo di avviamento — della convenienza di trasformarsi. Bisogna ripetere presso gli Agricoltori quel lavoro di penetrazione che a suo tempo si è fatto presso gli Industriali. Ormai nessuno se ne ricorda più perchè questi, penetrati ad esuberanza, si recano a firmare contratti su polizze stampate senza bisogno di sollecitazioni e quasi senza discussione; ma non fu sempre così.

Ho ricordato altrove occupandomi incidentalmente di organizzazione, che il motore elettrico si è affermato sovrano nell'industria grande e piccola perchè le Società Elettriche ebbero cura di condurre la corrente fino alle porte degli stabilimenti e delle più modeste officine trasformata opportunamente per l'immediata utilizzazione: non solo, ma perchè con una propaganda intensa, con dati di calcolo e di fatto, con facilitazioni di ogni genere, riuscirono a persuadere della convenienza di soppiantare i motori termici — si soppiantarono perfino piccole installazioni idrauliche localizzate qua e là —. Ho ricordato che chi ha seguito la trasformazione dell'industria può attestare gli sforzi grandi e tenaci delle Imprese, dei Consulenti, dei Costruttori e degli Installatori, osservando che fu una vera benemerenza se anche l'opera di propaganda si risolveva pure nell'interesse di ciascuno.

Ripeto che è necessario che qualcosa di simile si ripeta qui, e quindi bisogna che le Aziende Elettriche si interessino a fondo della elettrificazione delle campagne perchè hanno mezzi di far costare meno gli impianti, evitando duplicati di linee e di cabine, perchè hanno in mano le tariffe e usandole con criterio possono rendere possibili tutte le applicazioni, e possono occorrendo accollarsi qualche perdita oggi per un sicuro reddito di domani. Bisogna seminare per raccogliere: il tema agricolo mi suggerisce l'aforisma!

Per questo naturalmente bisogna aver fiducia: l'ing. Civita ha ricordato esempi di aziende elettrificate dove si ha già un'utilizzazione di oltre 3000 ore sulla potenza media funzionante, e questo dato è esauriente perchè non si può pensare ad un funzionamento economico in queste condizioni con energia termica.

Ma il coefficente di utilizzazione cresce con il tempo e con la zona: col tempo perchè anche l'Agricoltore, una volta entrato in confidenza col suo motore troverà ognora nuovi lavori da affidargli; con la zona perchè, oltre le naturali compensazioni, come si verifica nell'industria e negli esercizi ferroviari, sorgono speciali applicazioni inerenti appunto all'ampiezza della zona, quali p. es. i trasporti di persone e merci sulle strade ordinarie.

Anche la questione dei trasporti è arrivata a un punto critico: le tariffe sono arrivate a cifre impressionanti e le imprese accusano tuttavia perdite di esercizio, il che promette poco di buono per il prossimo avvenire. Ho sostenuto altrove che non vi è convenienza in generale a elettrizzare questi servizi se si devono fare appositamente trasporti e trasformazione della corrente perchè le quote di ammortizzo riferite alla Vettura-Km riescono proibitive e l'utilizzazione della energia riesce pessima. Ma la cosa cambia aspetto, fino ad invertirsi, nelle zone elettrificate: qui ogni nuova applicazione serve a alleggerire il carico unitario degli interessi e a migliorare il diagramma di utilizzazione.

Convengo con il Collega Civita che l'essenziale è avere la corrente a disposizione per ogni dove, che il problema tecnico verrà da sè e si creeranno i tipi di macchine appropriati per tutti gli usi, per tutte le applicazioni. Fra queste si parla specialmente di motocoltura perchè è quella che richiede la soluzione di uno speciale problema dovuto alla necessità di spostare il motore nei campi; ma siamo tutti d'accordo che questa è tutt'altro che l'operazione unica di cui preoccuparsi.

Ricordo che in un mio precedente studio [1] *pur parlando particolarmente di motocoltura come quella che mi occupa più da vicino e per segnalare ai Colleghi una nuova soluzione, ricordavo le molte altre applicazioni notando come specialmente importante quella della regimazione delle acque sulla quale il Civita portò poi un notevole contributo di dati e di considerazioni tecniche-economiche.*

Ing. GOLA.

Alassio, 15 febbraio 1921.

[1] *Le Applicazioni Elettroagricole*, Rivista Ferrovie e Lavori Pubblici, ottobre 1919 - *L'Impresa Elettrica*, 1919, n. 11-12; 1920, n. 1.

:: SUNTI E SOMMARI ::

ELETTROTECNICA GENERALE.

C. O. GIBBON. — **Progetto di bobina di induzione a circuito magnetico in aria, avente il minimo peso per una resistenza e una induttanza date.** (Journ. Am. Inst. of Elect. Eng., luglio 1920, pag. 660.

E' noto che data la resistenza di una bobina di induzione, il peso e le dimensioni della bobina stessa aumentano rapidamente col crescere della induttanza voluta. L'autore si propone di trovare un procedimento semplice e rapido per ricavare le dimensioni e il peso minimi che può avere una bobina presentante una resistenza e una induttanza richieste; e di determinare altresì mediante formule semplici, o mediante diagrammi, il numero delle spire, il modo dell'avvolgimento, e le dimensioni del filo da usare.

Tale ricerca ha interesse in molti casi, specialmente per apparecchi movibili, come, ad esempio, certe stazioni radiotelegrafiche portatili.

L'induttanza di una bobina circolare a sezione rettangolare e a circuito magnetico interamente in aria è data, secondo Maxwell da:

$$L = 4\,\pi\,a\,N^2 \left[\left(\log_e \frac{8\,a}{R} \right) - 2 \right] \text{ centimetri,} \tag{1}$$

dove: N è il numero totale delle spire; a è il raggio medio della bobina espresso in centimetri;

$$\text{ed (*) } R = k'\,(b + c) \tag{2}$$

dove k' è una costante di proporzionalità; così che la formula (1) diventa:

$$L = 4\,\pi\,a\,N^2 \left[\left(\log_e \frac{8\,a}{k'\,(b + c)} \right) - 2 \right] \text{ centimetri.} \tag{3}$$

Se per l'avvolgimento si sceglie un filo di lunghezza e di resistenza R fissate, anche la sezione del filo, il suo peso e il prodotto $4\,\pi\,a\,N$ restano fissati; è possibile però di variare la forma dell'avvolgimento. Il problema si riduce a trovare quelle relazioni fra a, b e c, che permettono di ottenere il massimo di induttanza per quel dato filo.

Il procedimento indicato dall'autore è il seguente:

In un primo tempo si tenga a costante e, stabilendo il numero N delle spire e l'area $b\,c$ della sezione della bobina, si determini il rapporto $b : c$ che dà l'induttanza massima.

Poi, tenendo fisso il rapporto $b : c$ così ottenuto, si faccia variare a fino ad ottenere un rapporto $a : b$ per il quale la induttanza è massima.

Ponendo dunque $b\,c = K$ e introducendo questo valore nella equazione di Maxwell, si arriva alla conclusione che la bobina di

(*) Il valore R viene definito da Maxwell come segue:

Date due figure A e B, sia $dx\,dy$ un elemento di A e $dx'\,dy'$ un elemento di B, e sia r la distanza dei due elementi. Se integriamo per tutti i punti delle due figure possiamo scrivere: $\iiiint \log r\,dx\,dy\,dx'\,dy' = A\,.\,B\,.\log R$ dove R risulta essere la media geometrica delle distanze fra tutte le coppie di punti delle due figure. Maxwell chiama R, media distanza delle due figure A e B. Se le due figure sono sovrapposte e coincidenti in una figura unica, R risulta la media di tutte le distanze fra tutte le coppie di punti della figura, e viene da Maxwell chiamata, media distanza della figura da se stessa.

(*Nota del R.*)

massima induttanza col minimo peso, deve avere una sezione trasversale quadrata. Introducendo poi questa nuova condizione nella equazione di Maxwell e derivando rispetto ad a, l'autore arriva alle seguenti formule finali, già trovate, con altro procedimento più complesso dal Maxwell.

(4) $L = 18{,}85\ N^2\ a$ (centimetri) $= 18{,}85 \times 10^{-6}\ N^2\ a$ (mH)

$b = c \qquad a = 1{,}85\ b$.

A questo punto comincia la parte veramente originale dello studio dell'autore.

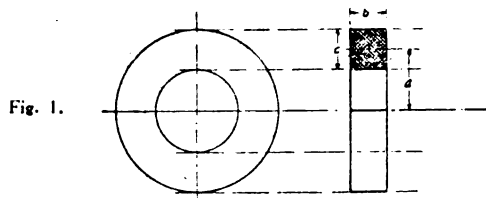



Fig. 1.

Tenendo presente le formule precedenti, in un primo tempo considera a come variabile indipendente, mantenendo costante L.

Ora, se si pone $a' = n\,a$ ed $L' = L$, le altre grandezze diventano

(5) $b' = n\,b; \quad c' = n\,c; \quad R' = \frac{R}{n^2}; \quad G' = n^3\ G$.

In un secondo tempo, mantenendo a costante, fa variare L. Allora se $L' = m\,L$ restando $a' = a$ avremo:

(6) $b' = b; \quad c' = c; \quad R' = m\,R; \quad N' = N\,\sqrt{m}$.

Nelle relazioni precedenti $a\ b\ c$ sono le dimensioni della bobina come sopra, R è la resistenza totale della bobina in ohm, G il peso totale del rame in kg, N il numero totale delle spire.

Dalle (6) deduciamo:

$$\frac{L'}{R'} = \frac{m\,L}{m\,R} = \frac{L}{R}$$

ossia per un dato raggio medio a, la resistenza varia proporzionalmente all'induttanza; vale a dire che per ogni dato raggio medio il rapporto delle due grandezze è stabilito, ed è una funzione di a:

$$\frac{L}{R} = K\,(a).$$

D'altra parte se a varia restando fisso L_1 dalle (5) risulta:

(7) $$K\,(a') = \frac{L'}{R'} = \frac{L}{R}\ n^2 = n^2\ K\,(a)$$

Considerando una bobina tipo in cui $a = 1$, per un'altra bobina di diametro a' essendo

$$a' = n\,a = n$$

avremo $K\,(a') = n^2\ K\,(a) = a'^2\ K\,(1)$

o, in generale sopprimendo gli apici:

(8) $$K\,(a) = a^2\ K\,(1).$$

Si tratta ora di calcolare $K\,(1)$.

Si consideri la bobina tipo di diametro medio $= 1$ e che abbia una induttanza $L = 1$ millihenry $= 10^6$ cm.

Per tale bobina sarà:

$$b = c = \frac{1}{1{,}85} = 0{,}541 \text{ cm.}$$

Ricerchiamo ora la resistenza della bobina. Dalla (4) si ricava il numero delle spire:

$$N = \sqrt{\frac{L_1}{18{,}85\ a_1}} = \sqrt{\frac{10^6}{18{,}85}} = 230{,}5 \text{ spire}$$

ed essendo $b = c$ per ogni strato dell'avvolgimento vi saranno

$$n_1 = \sqrt{N_1} = 15{,}5 \text{ conduttori affiancati}$$

e quindi il diametro di ogni conduttore sarà

$$d_1 = \frac{b_1}{n_1} = \frac{0{,}541 \times 10}{15{,}5} = 0{,}349 \text{ mm.}$$

Assumendo pel rame a 20° una resistenza di 0,000176 ohm per 1 mm² su 1 cm di lunghezza abbiamo:

$$R = \frac{2\,\pi\,a_1\,N_1 \times 0{,}000\,176}{(0{,}349)^2} = \frac{2\,\pi \times 230{,}5 \times 0{,}000\,176}{(0{,}349)^2} = 2{,}715 \text{ ohm}$$

Con questi valori si può calcolare la funzione:

$$K\,(1) = \frac{L_1}{R_1} = \frac{1}{2{,}715} = 0{,}368 \text{ (numero puro).}$$

e dalla (8) in generale per una bobina di diametro a:

(9) $$K\,(a) = \frac{L_a}{R_a} = 0{,}368\ a^2.$$

Dato il peso del rame 0,0089 kg per 1 cm³, il peso totale dell'avvolgimento tipo risulta:

$$G_1 = 2\,\pi\,a_1\,b_1^2 \times 0{,}785 \times 0{,}0089 = 0{,}0128 \text{ kg.}$$

(Il termine 0,785 è un coefficiente di correzione per tener conto che la sezione quadrata della bobina si riempie con fili rotondi).

Per un'altra bobina di diametro a, il peso risulta:

(10) $$G' = 0{,}0128\ a^3 \text{ kg}$$

oppure tenendo presente la (9)

(11) $$G' = 0{,}0128 \cdot \frac{K\,(a)}{0{,}368}\ a = 0{,}0348\ a\ K\,(a) \text{ kg.}$$

Le equazioni (8) e (10) si possono facilmente rappresentare con curve come si è fatto nella figura 2.

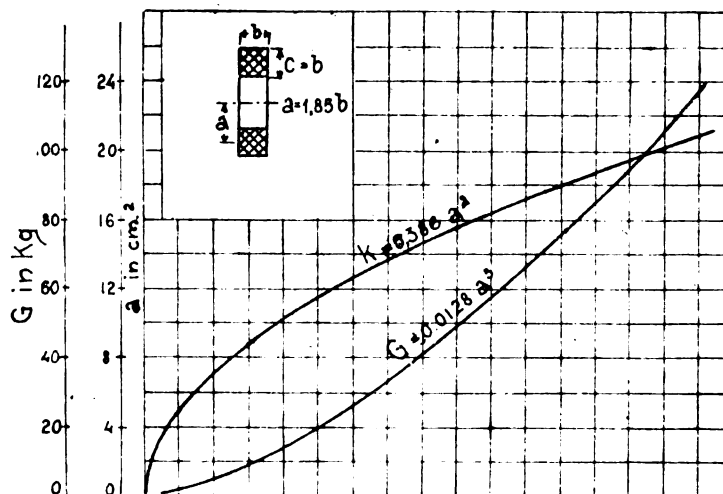



Fig. 2.

Per calcolare una bobina che debba avere una certa induttanza L in millihenry ed una certa resistenza R in ohm l'autore indica il seguente procedimento.

Il raggio medio si ricava dalla figura (2) o si calcola dalla (9)

$$a = 1{,}648\ \left(\frac{L}{R}\right)^{1/2} \text{ centimetri.}$$

Si ha subito $b = c = 0{,}541\ a$ — centimetri.

Dalla (4) si ricava il numero delle spire:

$$N = 230{,}3\ \sqrt{\frac{L}{a}}$$

dove L è espresso in mH e a in cm.

Essendo quadrata la sezione della bobina avremo il diametro del filo

$$d = \frac{b}{\sqrt{N}}$$

Il peso totale si può leggere sulla figura (2) o calcolare colla (10).

Naturalmente il numero N trovato non sempre risulta un quadrato perfetto; in tal caso si varia leggermente la sezione della bobina o il numero dei giri; così pure per d si assumerà il valore più vicino (in eccesso) a quello ottenuto dalla formula, fra i fili usuali del commercio.

Infine l'esatta induttanza della bobina così costruita si può calcolare colla (1) ricordando che per $b = c$ Maxwell dà per R il valore $R = 0{,}2235\ (b + c)$. La resistenza totale della bobina può poi essere calcolata esattamente colla formula $R = 2\ \pi\ a\ N\ \gamma$ dove γ indica resistenza specifica del filo.

Le formule precedenti si applicano al caso che l'avvolgimento sia fatto con filo di rame a sezione piena. Quando per le condizioni di funzionamento della bobina si abbia a temere un eccessivo aumento della resistenza apparente in causa dello skin-effect, si ricorre per l'avvolgimento a conduttori a treccia. In tal caso nelle formule precedenti si deve introdurre una correzione. Supponendo di avere una bobina avvolta con filo e con una induttanza L_1 e una resistenza R_1 e di sostituire il filo con una treccia che occupi esattamente lo stesso spazio, restano inalterati il numero dei giri, la lunghezza del conduttore e le dimensioni della bobina; perciò anche l'induttanza rimane costante. Invece la resistenza R_2 del nuovo avvolgimento diventa:

$$R_2 = \frac{A}{n}\ R_1$$

dove A indica il rapporto fra la sezione piena del filo e la sezione di un elemento della treccia, ed n è il numero degli elementi della treccia.

Per impiegare nel caso dell'avvolgimento con treccia le formule precedentemente date basta moltiplicare il rapporto $\frac{L}{R}$ per il rap-

porto $\frac{A}{n}$, dopo ciò si segue il procedimento indicato. L'autore dà i seguenti valori:

per una treccia di 7 conduttori $K_7 = \frac{9}{7} \frac{L}{R} \doteq 1,286 \frac{L}{R}$

per una treccia di 49 conduttori $K_{49} = \frac{81}{49} \frac{L}{R} = 1,653 \frac{L}{R}$

Si può introdurre anche un termine correttivo per tener conto dello spazio occupato dall'isolante.

Quanto allo skin-effect, bisogna ancora osservare che l'impiego di conduttori a treccia non basta a sopprimerlo interamente e a distribuire la corrente identicamente in tutti i singoli conduttori. A ottenere questo scopo l'autore indica diversi metodi. Tutti si basano sulla considerazione che, in generale, quando si verifica lo skin-effect in una bobina, la componente attiva della corrente è trascurabile in confronto alla componente reattiva.

Per ottenere la correzione voluta non giova perciò aggiungere delle resistenze addizionali in serie coi conduttori più caricati; bisogna invece cercare di aumentare la induttanza di tali conduttori. Fu consigliato di scindere i singoli conduttori alla fine dell'avvolgimento ponendo in serie con ognuno una piccola bobina di induttanza opportunamente variabile. Ma il metodo migliore secondo l'Autore è quello di prolungare oltre la fine dell'avvolgimento quei conduttori elementari che hanno un eccesso di corrente e far loro percorrere qualche giro addizionale più degli altri intorno alla bobina stessa; questi giri essendo concatenati a tutto il flusso dell'intera bobina danno un effetto regolatore assai maggiore di quello ottenibile col metodo precedente, mentre aumentano di assai poco la resistenza totale della bobina.

L'autore termina il proprio studio dimostrando come, nelle bobine calcolate per la massima induttanza col minimo peso, si verifichi che la riluttanza totale del circuito magnetico è il doppio della riluttanza attraverso alla bobina; ossia la riluttanza attraverso la bobina è eguale alla riluttanza presentata dalla rimanente parte del circuito magnetico, e precisamente:

$$S_1 = \frac{S_t}{2} = \frac{0,323}{a}.$$

R. S. N.

★ ★

IMPIANTI.

Progetto di impianto idroelettrico della Severn per utilizzare la energia delle maree. (The Engineer, 3 dicembre 1920).

Sono state recentemente pubblicate interessanti notizie circa un grandioso progetto per utilizzare la forza della marea sul fiume Severn per la produzione di energia elettrica.

Il progetto, formulato dal Ministero inglese dei trasporti, contempla la costruzione di una diga attraverso il fiume, all'incirca in corrispondenza del tunnel che passa sotto ad esso, e l'impiego di turbine e di generatori elettrici per produrre regolarmente oltre 300 mila chilowatt per dieci ore al giorno, con una punta di massimo di oltre 750 mila kW. La difficoltà della variazione della marea sarebbe superata impiegando l'eccesso di potenza nelle ore di massima disponibilità per pompare grandi volumi di acqua in un serbatoio a livello più elevato, impiegando poi per produzione di corrente la potenza sviluppata da quest'acqua nel cadere di nuovo al livello del mare.

La potenza utilizzabile per effetto della marea sulla Severn, è di gran lunga superiore alla potenza complessiva di tutte le forze idroelettriche disponibili nel Regno Unito, ed è anche molto maggiore della potenza complessiva che si può praticamente ricavare dalle cascate del Niagara. Inoltre la Severn è unica nel possedere tutte le caratteristiche essenziali per l'utilizzazione economica su vasta scala della energia della marea. Infatti essa ha anzitutto un'altezza di marea eccezionalmente elevata e un estuario di grande capacità. Secondariamente essa occupa una posizione geografica ideale rispetto ai centri industriali del paese, mentre abbondano lungo le rive del suo estuario i terreni adatti per un ulteriore sviluppo di impianti industriali. Neppure gli interessi della pesca sono stati dimenticati, ed è anzi da ritenersi che l'esecuzione dei lavori proposti concorrerà a migliorare piuttosto che a compromettere lo sviluppo di questa industria.

Potrebbe sembrare strano che il Ministero dei trasporti si sia tanto interessato a questa questione. La ragione però sta nel fatto che da lungo tempo si è riconosciuta la assoluta necessità di migliorare le comunicazioni ferroviarie fra il South Wales e le altre parti del regno, e da molti anni si sente il bisogno di una via, attraverso l'estuario della Severn, per il traffico dei veicoli per es. fra Bristol e Monmouth. Il tunnel sotto la Severn, oltre ad essere insufficiente per le esigenze del traffico, presenta l'inconveniente delle forti pendenze, e il traffico per via ordinaria, per attraversare il fiume, deve fare attualmente un giro di circa 50 miglia, via Gloucester. Per facilitare il traffico sempre crescente, tanto per via ordinaria che per ferrovia, furono studiati varii progetti, compresa la costruzione di un alto ponte a Beachley, tre miglia a monte sul fiume rispetto alla linea del tunnel sotto la Severn. A Beachley la larghezza del fiume è molto minore che in corrispondenza del tunnel, ma si dovrebbero superare grandi difficoltà per quanto riguarda le fondazioni. Inoltre si avrebbero forti pendenze dalle due parti del fiume e occorrerebbe una lunga deviazione della linea ferroviaria. Oltre a ciò sarebbe poi necessariamente elevata la spesa per l'allargamento del ponte per l'aggiunta di binarii che potrebbe risultare necessaria col tempo.

Per questi motivi prese corpo l'idea di stabilire un attraversamento a bassa quota tanto per il traffico ferroviario che per quello per via ordinaria, e da essa derivò come naturale conseguenza la proposta di utilizzare la diga o sbarramento necessario per portare le strade e le linee ferroviarie, come mezzo per immagazzinare l'acqua che potrebbe essere impiegata per la produzione di energia elettrica.

Il progetto contempla non solo la costruzione di una strada ordinaria a livello, ma anche, quando risulti necessaria, la quadruplicazione della linea ferroviaria della Great Western Railway Co. fra l'Inghilterra occidentale e il South Wales con una spesa notevolmente minore che in qualunque altro modo.

Con questo progetto inoltre si verrebbe a formare una darsena chiusa di oltre 27 miglia quadrate di superficie, di cui una gran parte sarebbe praticabile per i più grandi transatlantici, e che sarebbe utilizzabile in tutte le condizioni della marea. Le navi di qualunque tonnellaggio potrebbero entrare od uscire attraverso lo sbarramento senza disturbare affatto il funzionamento dell'impianto, poichè una conca, capace di contenere le massime navi sarebbe costruita attraverso lo sbarramento sul tracciato del canale navigabile. In corrispondenza della conca le navi sarebbero rimorchiate da locomotive elettriche analoghe a quelle impiegate sul canale di Panama. Il traffico stradale e ferroviario passerebbe su una o sull'altra estremità della conca per mezzo di ponti levatoi manovrati in modo da non intralciare nè il traffico stradale, nè quello ferroviario, nè quello fluviale; a tale scopo la linea ferroviaria avrebbe una biforcazione passando ad ambedue le estremità della conca.

Nel punto in cui è progettata la costruzione della diga, il fiume Severn è largo circa 2,5 miglia e il terreno sulle due sponde è pianeggiante. La diga che sarebbe di solidissima costruzione in calcestruzzo conterrebbe i locali per i complessi elettrogeneratori.

Il progetto comprende due distinti impianti elettrici. Il primo è costituito dalle turbine e dai generatori sistemati sulla diga, e funzionerebbe quando il livello dell'acqua nella darsena interna fosse abbastanza alto rispetto a quello nell'estuario da poter generare corrente in buone condizioni. E' evidente che non solo queste turbine non potranno funzionare continuamente, ma che il periodo giornaliero durante il quale potranno funzionare varierà da un giorno all'altro. Deriva da ciò la necessità del secondo impianto costituito da un lago artificiale ottenuto sbarrando una valle laterale a quella della Wye (affluente della Severn) presso Tintern Abbey. L'acqua verrebbe pompata in questo serbatoio quando le turbine sulla diga produrrebbero energia sovrabbondante, e tornerebbe al fiume attraverso altre turbine quando quelle della diga non potrebbero funzionare, mantenendo così la continuità della produzione dell'energia elettrica per oltre 450 000 kW. Il passaggio da una produzione all'altra avverrebbe automaticamente.

Si vede quindi che per il funzionamento completo dell'impianto vi sarebbero due colossali centrali idroelettriche, di cui una, sulla diga, capace di produrre oltre 750 000 kW e l'altra, sulle rive della Wye, capace di produrre oltre 350 000 kW. Per una parte di ciascun giorno, l'una o l'altra delle due centrali sarebbe completamente inattiva, e per una parte invece esse funzionerebbero contemporaneamente. Naturalmente i periodi di funzionamento delle due centrali sarebbero molto variabili a causa della continua variazione dell'ora della marea e della sua altezza massima. Sulla Severn vi sarebbe disponibile durante le massime maree una potenza cinque volte maggiore che durante le minime.

Un dettaglio interessante del progetto è che l'acqua del fiume Wye sarebbe mandata nel serbatoio superiore attraverso un tunnel scavato attraverso più di un miglio di solida roccia. Il tunnel dovrebbe avere circa 12 m di diametro, ossia una sezione circa quadrupla di un ordinario tunnel ferroviario a doppio binario; esso sarebbe il più ampio tunnel di questa specie esistente. Si prevede che l'utilizzazione dell'energia prodotta con questo impianto permetterebbe un'economia annua di carbone da tre a quattro milioni di tonnellate, lasciando questa quantità disponibile per l'esportazione, e permetterebbe inoltre un miglioramento delle condizioni di vita nei grandi centri industriali. Inoltre l'esecuzione del progetto implicherebbe l'impiego per vari anni di un esercito di molte migliaia di lavoratori di ogni categoria, per un lavoro fatto non per ovviare alla disoccupazione ma per realizzare un'opera redditizia di grande vantaggio industriale ed economico per tutta la regione.

L'andamento delle maree sulla Severn permetterebbe un funzionamento giornaliero delle turbine della durata di circa sette ore, con un dislivello da m. 1,5 a m. 9, seguito da un periodo di 5 ore durante il quale le turbine sarebbero inattive.

E' previsto l'impiego di turbine ad asse verticale con giranti di 3 m circa di diametro e con velocità variabile col dislivello dell'acqua. Quindi la prima difficoltà da superare, dal punto di vista elettrico, sarà quella di adattare il generatore elettrico alla velocità variabile della turbina. Le turbine funzionerebbero con velocità variabile fra 40 e 80 giri al minuto e comanderebbero i generatori per mezzo di ingranaggi elicoidali con rapporto di circa 7,5 ad 1, in modo

da dare ad essi una velocità da 300 a 500 giri al minuto. I generatori proposti sono dinamo a corrente continua in derivazione con eccitazione separata, ad asse verticale; la regolazione di esse verrebbe effettuata o automaticamente o a mano. Si prevede una variazione oraria massima del dislivello dell'acqua di 3 m circa. Le dinamo dovrebbero produrre, con velocità variabile, corrente alla tensione costante di 525 volt, e la potenza media di ciascuna dinamo sarebbe di circa 1300 kW.

La corrente continua così prodotta azionerebbe dei convertitori rotanti di grande potenza, che produrrebbero corrente alternata a 330 Volt, trasformata a sua volta a 60 000 Volt per mezzo di trasformatori statici. A questa tensione l'energia verrebbe distribuita. Nei periodi nei quali l'impianto produrrebbe più energia di quanta gli utenti ne possono assorbire, il residuo verrebbe trasmesso a circa 10 miglia di distanza alla centrale del serbatoio, dove alimenterebbe i motori accoppiati a pompe centrifughe per mandare l'acqua nel lago artificiale attraverso il tunnel di 12 m di diametro. Nella centrale del serbatoio si impiegherebbero motori di circa 13 000 kW a 375 giri e 2200 Volt, di cui il dieci per cento sincroni. Per evitare la spesa di sistemare in questa centrale due serie di macchine elettriche, verrebbero combinati in una sola macchina il motore per azionare la pompa centrifuga e il generatore azionato da una turbina nei periodi in cui la centrale produrrebbe energia.

Per quanto riguarda l'utilizzazione dell'energia si possono prevedere quattro centri principali. Il primo di essi sarebbe costituito dalla regione nella immediata vicinanza della Severn, poichè lungo le banchine della nuova darsena sorgerebbero industrie bisognose di energia a basso prezzo, nello stesso modo che un gruppo di industrie utilizzanti energia è sorto presso le cascate del Niagara. Il secondo centro di utilizzazione dell'energia sarebbe la zona industriale del South Wales, tutta compresa entro un raggio di 50 miglia dalla diga sulla Severn. Un terzo centro di utilizzazione si troverebbe negli English Midlands; Birmingham e Stoke-on-Trent distano dalla diga rispettivamente 70 e 100 miglia circa. Il quarto centro di utilizzazione sarebbe costituito dalla valle del Tamigi e da Londra. Questa città dista 115 miglia dalla diga, e vi si potrebbe trasportare economicamente l'energia alla tensione di 120 000 Volt.

E' interessante notare che nell'impianto qui brevemente descritto le sole macchine che non funzionerebbero sempre in pieno carico sarebbero le dinamo nella centrale della diga. Tutte le altre macchine elettriche lavorerebbero in pieno carico e quindi nelle migliori condizioni di rendimento. La presenza del serbatoio di accumulazione permetterebbe di assorbire in ogni istante tutta la potenza sviluppata dalla centrale della diga. Il numero di macchine della centrale del serbatoio che funzionerebbero da generatori nei periodi in cui la produzione della centrale della diga sarebbe nulla o insufficiente, dipenderebbe dalla richiesta degli utenti.

Il documento ufficiale non contiene dati circa la spesa di impianto relativa all'intero progetto; gli apprezzamenti pubblicati variano fra otto e trenta milioni di sterline.

E. C.

* *

MISURE: METODI ED ISTRUMENTI.

R. V. ETTENREICH. — **Un metodo di "Taratura dei Cimometri coll'uso di armoniche superiori".** (Jahrb. f. drahtl. Tel., vol. XV, 15 marzo 1920, fasc. III, pag. 236 e seg.).

Osservato che i metodi basati su misure di capacità e autoinduzione, o sull'uso degli specchi rotanti o dei fili di Lecher non offrono la precisione necessaria ai cimometri moderni, l'autore indica un metodo che permette l'eliminazione di molte cause di errore e si basa sull'uso delle armoniche superiori della f. e. m. di un generatore ad alta frequenza.

La frequenza fondamentale è data da un alternatore, per es. da una macchina a 5000 periodi, secondo lo schema della fig. 1. Il circuito intermedio, non risonante, costituisce un accoppiamento assai lasco del cimometro da tarare coll'alternatore. L'autore vi inserisce un raddrizzatore, ossia una valvola elettrolitica od un ordinario detector a cristallo D_1, che riesce con qualunque frequenza, a deformare l'oscillazione indotta, in modo che oltre alla frequenza fondamentale e alla componente di corrente continua raddrizzata circolino in L_2 L_3 molte armoniche superiori della corrente indotta dall'alternatore. La specie di cristallo adoperato influisce sull'ampiezza delle armoniche. Così p. es. un Detector al Silicio favorisce le armoniche superiori di ordine pari, uno a Carborundo quelle di ordine dispari.

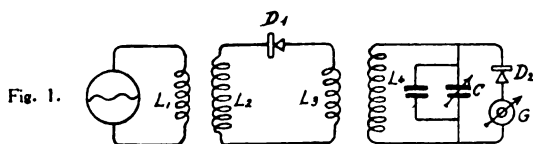



Fig. 1.

Il circuito L_4 C rappresenta il cimometro da tarare su cui è derivato il circuito D_2 G, che contiene il raddrizzatore (detector) D_2 e il galvanometro G e deve essere un circuito di elevatissima resistenza al fine di non dar luogo a un eccessivo smorzamento del circuito oscillatorio del cimometro. Le indicazioni di G permettono di regolare il cimometro per quelle fra le successive armoniche superiori, che hanno ampiezza bastevole a produrre effetti sensibili. Per es. nel caso considerato, con frequenza fondamentale 5000, si può rilevare facilmente l'ottava armonica, che corrisponde già all'onda di 7500 m. La precisione di questa determinazione è limitata soltanto dallo smorzamento del circuito da tarare e dalla costanza dei giri dell'alternatore.

Per passare ad onde più corte l'autore accoppia poi in modo assai lento con L_1 e con L_2 un circuito a valvola generatrice, che si può sintonizzare sull'armonica nota, per la quale si è regolato il cimometro. Si interrompe quindi il circuito dell'alternatore, sostituendo ad esso la valvola, e si procede in modo identico a quello prima seguito, portando il cimometro alla risonanza per le successive armoniche dell'onda (per es. 7500 m) emessa dalla valvola. Con disposizione favorevole delle cose si può arrivare alla 16ª-20ª armonica. Ripetendo l'operazione con una seconda valvola generatrice si può scendere ad onde assai corte.

L'uso di questa seconda valvola è utile anche per stabilire le graduazioni intermedie del cimometro, perchè si può sintonizzarla in modo che al punto p. es. $2N$ di taratura già eseguita con la prima valvola coincida la 3ª armonica dell'onda emessa dalla seconda valvola; così alla serie di armoniche:

$$N \quad 2N \quad 3N \quad 4N \quad 5N$$

si aggiunge l'altra:

$$\frac{2N}{3} \quad \frac{4N}{3} \quad 2N \quad \frac{8N}{3} \quad \frac{10N}{3} \quad 4N \quad \frac{14N}{3},$$

che costituisce anche un controllo parziale delle posizioni date dalla prima valvola. Ciò permette anche di evitare estese interpolazioni.

Le cause di errore vengono dall'autore valutate nel seguente modo:

Il numero di giri dell'alternatore può essere mantenuto costante nei limiti del 0,5 per mille; ma il computo della velocità può, col concorso della fotografia e col cronografo, essere fatto con esattezza molto maggiore.

Gli *errori della regolazione della valvola generatrice* si riducono a 0,1 per mille, controllando la frequenza col metodo dei battimenti.

Gli *errori di regolazione del cimometro* dipendono dalla costruzione di questo.

Gli *errori dovuti all'accoppiamento* $L_3 - L_4$ possono ridursi al 0,5 per mille.

Simili condizioni danno un'approssimazione risultante notevolmente superiore a quella richiesta dagli attuali bisogni della tecnica. L'ordine di grandezza degli errori è paragonabile a quello degli errori nella determinazione della velocità della luce, degli effetti dovuti alle capacità dei circuiti cimometrici rispetto alla terra e a corpi circostanti.

F. Li.

* *

RADIOTELEGRAFIA E RADIOTELEFONIA.

WILLOUGHBY e LOWE — **Antenna a spira chiusa per la radiotelegrafia sottomarina.** (Phisical Rewiew, agosto 1919, vol. XIV, pag. 193).

Quest'antenna è una spira chiusa formata da due fili isolati, uscenti dall'interno del sommergibile e poggiati sulla sommità di due alberi di piccola altezza, da cui discendono verso la prua e la poppa ove sono posti in comunicazione con lo scafo (fig. 1). I due estremi centrali della spira sono connessi ad un condensatore variabile di 0,005 μf e collegati con gli apparati di ricezione. La ricezione *R. T.* si ottiene tanto in superficie, quanto a sommergibile immerso. La massima profondità alla quale è possibile ricevere i segnali dipende dalla loro lunghezza d'onda e dalla sensibilità del ricevitore. Per brevi lunghezze bisogna che l'aereo a spira sia prossimo alla superficie. Una lunghezza di 10 000 metri influenza invece gli apparati riceventi sino a 6 metri d'immersione, però la distanza dalla stazione trasmittente a cui possono essere ricevuti i segnali è breve. Come massima distanza di ricezione per una lunghezza d'onda relativamente assai breve (950 m) si sono raggiunti circa 20 km con sottomarino immerso, avente l'aereo a spira presso la superficie. La distanza decresce rapidamente con l'immersione, a m 2,50 la portata nelle stesse condizioni è ridotta a soli 5 km. Per lunghezza d'onda minore a 950 m è presto raggiunta la zona del silenzio. Se il sommergibile è dotato di una stazione da 1,5 kW stando in superficie può trasmettere sino a distanza di 14 km circa con il medesimo aereo, che non è affatto influenzato dalle condizioni sfavorevoli del mare, perchè a differenza degli aerei ordinari non ha gli estremi isolati, bensì collegati con lo scafo. Esso può anche servire come goniometro, sia il sottomarino immerso o alla superficie, poichè la massima intensità di ricezione si ha quando il piano dell'antenna e quindi anche l'asse dello scafo sono orientati verso la stazione trasmittente, la minima quando trovansi ad angolo retto rispetto a quella direzione.

A. Bz.

Fig. 1.

TRASFORMATORI, CONVERTITORI E RADDRIZZATORI.

A. SOULIER. — **Raddrizzamento delle correnti alternate per mezzo di apparecchi meccanici.** (Révue génerale de l'éléctricité, 8 maggio 1920).

L'autore presenta una serie di apparecchi meccanici atti ad ottenere economicamente e per piccole potenze, correnti dirette nel medesimo senso partendo da correnti alternate; più pratici dal punto di vista della sorveglianza e della manutenzione di altri apparecchi ben noti. Per ottenere un buon funzionamento degli apparecchi meccanici, eliminando cioè lo scintillamento, causa di perdita e di usura, occorre assicurare rigorosamente, sia la marcia con perfetto sincronismo, che la marcia in fase dell'organo raddrizzatore con la curva d'intensità di corrente uscente dall'apparecchio generatore; occorre cioè che l'apertura e la chiusura del circuito avvengano esattamente nel momento in cui la corrente si inverte.

Raddrizzamento con apparecchi rotanti. — Per rimediare agli inconvenienti delle dinamo a raddrizzamento (Brush o Thomson), si studiò un collettore speciale che oltre alle lamelle per la commutazione, porta pure un certo numero di lamelle fuori circuito destinate ad evitare i corti circuiti di due lamelle successive dovuti alle spazzole. Con tale apparecchio, dopo aver ottenuto con precauzioni speciali il perfetto sincronismo, si raggiunge un funzionamento ottimo e una perfetta commutazione sia col raddrizzatore monofase che con quello trifase.

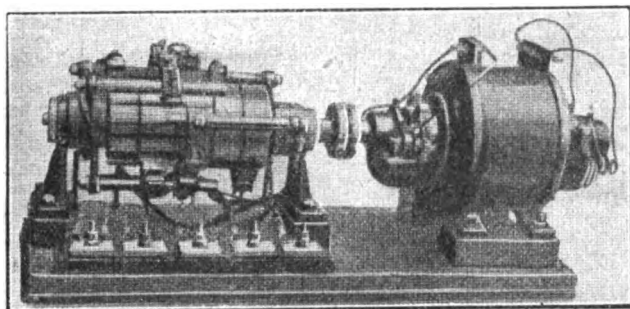



Fig. 1.

Diamo nella fig. 1 un raddrizzatore trifase con tre serie d'anelli. Tali apparecchi possono servire perfettamente per archi cinematografici. Il motore sincrono utilizzato in essi assorbe solo 600 W sulla rete e il suo rendimento raggiunge l'88%.

Raddrizzamento con apparecchi vibratorii. — Una soluzione più elegante e più semplice del raddrizzamento delle correnti alternate ci è data dai sistemi oscillanti, utilizzando la speciale attitudine delle correnti alternate a fornire movimenti vibratori. Un primo apparecchio di questo genere fu la valvola di Villard per alimentare bobine d'induzione e per la carica di accumulatori (1903). Più tardi nel 1905 si presentò il problema per l'applicazione all'industria automobilistica, di trovare un apparecchio di carica per accumulatori funzionante a contatti secchi e senza scintillamento.

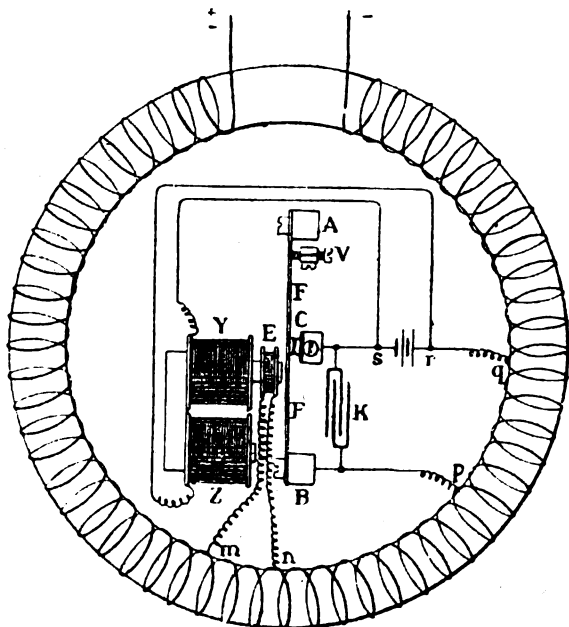



Fig. 2.

Bisognava realizzare due condizioni: messa in marcia immediata al sincronismo, e marcia del sistema vibrante in fase con la corrente raddrizzata. La prima condizione è stata risolta con una lamina d'acciaio tesa fra due punti, realizzante la corda vibrante dei fisici, e nel centro di essa il contatto necessario per il raddrizzamento. La lamina si mette in vibrazione presentandole dinanzi un elettromagnete polarizzato percorso dalla corrente della rete. La fig. 2 mostra tale apparecchio. La seconda condizione, ossia la marcia in fase della lamina vibrante e della corrente raddrizzata è stata realizzata, utilizzando uno speciale trasformatore di forma torica, che presentava delle fughe magnetiche, e il cui flusso si riuniva a quello dell'elettromagnete motore. Per una certa orientazione del flusso si otteneva la marcia in fase.

Gli apparecchi moderni sono costruiti in modo da evitare qualsiasi scintillamento, ed altri inconvenienti che ne aumenterebbero il consumo.

Per quanto siano state poste parecchie obiezioni, pure l'autore assicura che non solo l'uso delle correnti raddrizzate non presenta inconvenienti, ma presenta anzi dei vantaggi rispetto alle correnti veramente continue.

I raddrizzatori a lama vibrante sono costruiti in vari tipi, corrispondenti alle esigenze industriali, ossia per carica di batterie d'automobili (2 ÷ 6 elementi); per impianti telefonici a batteria centrale (6 ÷ 12 elementi); un terzo tipo può caricare da 12 ÷ 25 elementi.

Si possono usare intensità di corrente rispettivamente di 5, 7, 9 ampère. Oltre ai 10 A è più indicato l'uso di un raddrizzatore a collettore. *(a. r.)*

★ ★

TRAZIONE E PROPULSIONE.

E. H. SCOFIELD. — **Metodo grafico per determinare il migliore rendimento degli equipaggiamenti elettrici nelle tramvie.** (Elec. Railway Journal, 8 maggio 1920, pag. 942).

E' di grande attualità, in questi momenti, il problema del miglior rendimento raggiungibile nella trazione elettrica, (tramvie) per poter ottenere in ogni esercizio la massima economia possibile. Ciò si può rapidamente studiare mediante un metodo grafico proposto dall'autore. Le spese di esercizio possono dividersi in due grandi parti: spese indipendenti dal tempo in cui una vettura resta in servizio, e spese dipendenti da questo tempo.

Nelle prime sono comprese le spese per l'acquisto dell'energia necessaria alla trazione, le spese di manutenzione ed altre dipendenti dal percorso effettuato. Nelle spese dovute al tempo sono inclusi i salari per il personale, il riscaldamento della vettura ed altre spese dipendenti dal tempo in cui la vettura è in servizio.

Ricordiamo che il diagramma avente per ascisse il tempo e per ordinata la velocità viene, ordinariamente, diviso in tre parti corrispondenti al periodo di accelerazione, periodo di corsa libera e periodo di frenatura. Nel nuovo metodo che stiamo per esporre, si adotta la scala delle distanze anzichè quella dei tempi, perchè i calcoli fatti in base alle antiche curve risultano piuttosto laboriosi.

Le curve principali richieste per il calcolo sono le caratteristiche del motore usato e la curva di resistenza del convoglio. La prima dipende dal rapporto d'ingranaggi, dal diametro delle ruote e dalla tensione della linea; l'altra dalla condizione dei binari, dalle condizioni atmosferiche, dal peso, dall'equipaggiamento, dalla quota di sforzo di trazione per curve e pendenze. Per mezzo delle curve date da diagrammi si calcolano le accelerazioni in funzione della velocità e del percorso, ed anche in funzione della velocità massima e della distanza percorsa nel periodo di corsa libera e di frenatura.

Altri diagrammi danno le curve degli ampère-secondo e degli ampère-secondo per secondo, comodissime per la misura del riscaldamento dei motori sotto un dato lavoro. Abbiamo esposto così lo schema del nuovo metodo di calcolo. Per mezzo di semplici formole si calcolano la velocità, la distanza, lo sforzo di trazione, gli ampère-secondo e gli ampère-secondo per secondo, i tempi, e si dispongono tali valori in tabelle preparate.

Sovrapponendo il diagramma portante le curve coi diversi valori del periodo di corsa libera, e coi valori dei tempi totali (corsa libera e frenatura), al diagramma delle accelerazioni ottenute in funzione alla velocità e allo spazio, noi possiamo addizionare le scale della distanza e del tempo, perchè il punto d'intersezione della curva della accelerazione con quella della decelerazione è un punto di velocità massima, e gli addendi tempo e distanza sono stati calcolati in entrambi i diagrammi partendo da questa velocità per andare all'arresto. Viene quindi tracciato un diagramma per un certo percorso e periodo di corsa libera e questo dà il valore del tempo impiegato nell'avviamento, nella corsa libera, nella frenatura; il percorso d'avviamento e di frenatura; la massima velocità raggiunta; gli ampère-secondo e gli ampère-secondo per secondo. Tutti questi dati possono essere raccolti in una seconda tabella, dalla quale si possono ricavare le percentuali di corsa libera e di frenatura che danno la massima economia di energia. Si trovò così che per un motore G E - 200 con rapporto d'ingranaggi = 4,4 il miglior rendimento, a parità d'altre condizioni, si ha con una corsa libera del 25% e con una corrente di 73 ampère per vettura. Inoltre si trovò che il riscaldamento dei motori sulla distanza di un chilometro, per 8 fermate era del 25% maggiore di quello avuto con 4 fermate solamente.

Da tali calcoli si possono dedurre altri dati ed altre considerazioni interessanti.

L'autore stesso ammette però che tali calcoli non sono ancora esatti e che il metodo richiede ulteriori studi e miglioramenti.

(a. r.)

:: :: :: CRONACA :: :: ::

APPLICAZIONI VARIE.

Apparecchio elettrico per rincrudire e temprare i fili di acciaio. - (Engineering 21-1-21). — Una delle applicazioni industriali alle quali meglio si presta il riscaldamento elettrico è quella del rincrudimento e della tempera dei fili e dei nastri di acciaio. La Leeds Electrical Construction Co. Ld. ha realizzato un apparecchio continuo, nel quale il filo da trattare si svolge dalle bobine ad un'estremità, passa continuamente attraverso l'apparecchio e dopo il trattamento si riavvolge sulle bobine all'altra estremità. L'apparecchio può trattare filo o nastro di acciaio, e il materiale viene riscaldato elettricamente e raffreddato in vasche di olio. L'apparecchio comprende due operazioni: un primo riscaldamento e raffreddamento per rincrudire il filo, ed un secondo riscaldamento e raffreddamento per dargli la tempera voluta.

Il filo viene riscaldato impiegandolo come conduttore per la corrente riscaldante, e questo sistema semplicissimo presenta molti vantaggi. Anzitutto il calore impiegato è tutto utilizzato per scaldare il filo, e non si riscaldano inutilmente parti ausiliarie, come avviene in qualunque tipo di forno ordinariamente impiegato. Inoltre si possono ridurre al minimo le perdite per radiazione e si può regolare istantaneamente ed esattamente la temperatura raggiunta dal filo. Il sistema di riscaldamento ha poi permesso di effettuare il riscaldamento del filo internamente a tubi non metallici di piccolo diametro, in modo da assicurare un'atmosfera praticamente non ossidante ed escludere così sfogliature e corrosioni. Il sistema presenta infine il vantaggio di sviluppare poco calore all'esterno dell'apparecchio, in modo che la temperatura del locale in cui si effettua l'operazione non risulta eccessivamente elevata; al tempo stesso è evitata qualunque produzione di vapori.

L'apparecchio tratta contemporaneamente due fili, i quali vengono tirati attraverso l'apparecchio dalla rotazione delle bobine sulle quali si avvolgono dopo il trattamento. Queste bobine sono comandate da un motore elettrico, e una puleggia di tensione opportunamente sistemata provvede a mantenere nei fili la voluta tensione, la quale produce lo svolgimento dei fili dalle bobine su cui sono avvolti inizialmente.

Per mezzo di apposite guide, il filo viene mantenuto, nel suo movimento, a contatto coi supporti che conducono la corrente; in tal modo il filo viene portato alla temperatura voluta prima di passare attraverso a ciascuna delle due vasche d'olio nelle quali viene istantaneamente raffreddato. Le vasche d'olio sono chiuse e in esse l'olio è tenuto in circolazione da una pompa comandata dallo stesso motore a cui si è accennato sopra. La circolazione dell'olio assicura il necessario raffreddamento dell'olio delle vasche.

La corrente per il riscaldamento dei fili è data da un trasformatore, e poichè la tensione è molto bassa non si hanno difficoltà per l'isolamento. La corrente alternata è la più opportuna, poichè esclude la possibilità di qualunque azione elettrolitica, e il trasformatore riduttore permette una regolazione molto semplice. Poichè il circuito costituito dai fili è quasi non induttivo, si può avere nel pratico funzionamento un fattore di potenza di 0,93.

L'apparecchio porta un indicatore sul quale sono segnati i diametri dei fili e la velocità di traslazione, e l'operatore non deve fare altro che portare l'indice del volantino di comando in corrispondenza del diametro del filo da trattare.

E. C.

CONCORSI.

Borsa di studio per perfezionamento in materia di elettricità industriale. — Presso il R. Istituto Lombardo di Scienze e Lettere di Milano è aperto il concorso per *una borsa di studio di L.* 1200 (Fondazione Amalia Visconti Tenconi) *da conferirsi ogni anno a un giovane di nazionalità italiana, di scarsa fortuna che si avvii agli studii in materia di elettricità industriale, prevalentemente per perfezionamento all'estero.*

Le istanze devono essere presentate alla Segreteria del R. Istituto Lombardo di Scienze e Lettere (Milano, Palazzo di Brera) non più tardi del 1° Aprile 1921, alle ore 15, corredate di tutti i documenti necessarii.

ELETTROFISICA.

Proprietà elettriche dell'acqua misurate mediante oscillazioni persistenti. — In una recente comunicazione all'Accademia di Parigi il *Sauzin* riferisce di aver potuto eseguire misure accurate di costante dielettrica e di resistività dell'acqua, mediante oscillazioni elettriche di altissima frequenza. Il dispositivo adoperato è quello di Lecher, consistente nell'eccitare una serie di onde elettriche stazionarie su due fili paralleli. Determinando allora le posizioni dei ventri e dei nodi lungo i fili, si ricava la lunghezza d'onda e da essa, mediante la frequenza nota, si deduce la velocità di propagazione, che permette a sua volta di calcolare la costante dielettrica del mezzo in cui i due fili sono immersi.

D'altro canto, determinando la legge secondo cui va decrescendo l'ampiezza dei ventri lungo la coppia di fili, al crescere della distanza dal punto in cui il sistema è eccitato, si può ricavare il coefficiente di smorzamento e da esso la conduttività (o la resistività) del mezzo.

Il Sauzin ha adoperato un generatore a valvola con frequenze elevatissime (67,5 e 124 milioni di periodi) ed ha eccitato con esso un dispositivo di Lecher con due fili di rame del diametro di 1,5 mm e collocati alla distanza di 8 cm. In una serie di esperienze, l'A., eseguendo la misura nell'aria, ha ricavato ad es. per la semilunghezza d'onda lungo i fili il valore $\frac{\lambda}{2} = 221,8$ cm; immergendo poi il sistema in una vasca di acqua pura, ha misurato (con la medesima frequenza) $\frac{\lambda'}{2} = 26$ cm, da cui ha ricavato la costante dielettrica $\varepsilon = 72,7$, e, misurando in pari tempo il coefficiente di smorzamento $\alpha = 0,004$ ne ha dedotto la conduttività $x = 2.10^{-6}$ mho/cm. Altre esperienze, con acqua distillata, hanno dato $\varepsilon = 73,3$ e $x = 1,8.10^{-6}$ e con l'acqua potabile di Nancy $\varepsilon = 75$. Questi valori della costante dielettrica sono sensibilmente inferiori a quello di 80, ammesso di solito. Ciò deve attribuirsi sia alla maggior precisione che queste misure hanno consentito di raggiungere, sia al fatto che fu possibile sperimentare con campi elettrici molto deboli.

MISURE: METODI ED ISTRUMENTI.

Misura a distanza di correnti continue intense. — Un metodo ingegnoso per la misura a grande distanza di correnti continue intense è dovuto a E. Besag. Tale metodo usa la corrente alternata e non richiede che conduttori di piccola sezione. La misura viene fatta con l'aiuto di apparecchi analoghi ai riduttori di corrente e il principio di essa si basa sulle variazioni dell'induttanza di un circuito avvolto su nucleo di ferro, quando a magnetizzare il nucleo concorrano sia una corrente alternata, sia una corrente continua più o meno intensa.

E' evidente come la corrente alternata a pari tensione aumenti con l'aumentare della corrente continua giacchè a questo aumento corrisponde un aumento di saturazione nel ferro e quindi una diminuzione dell'induttanza del circuito avvolto su di esso. La corrente alternata è derivata da una sorgente a 110-120 V e passa, come è indicato in fig. 1,

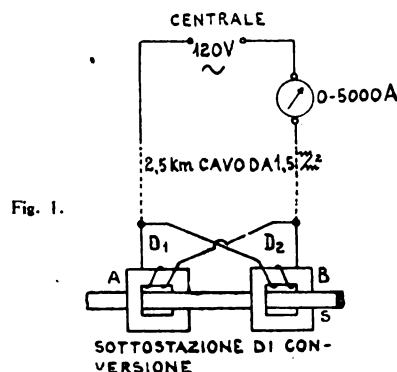



Fig. 1.

attraverso un amperometro, il quale è direttamente graduato per dare il corrispondente valore della corrente continua.

E' necessario però che tanto la frequenza e la tensione quanto la forma della curva di f. e. m. nel circuito di corrente alternata non subiscano sensibili variazioni. Gli avvolgimenti D_1, D_2 sono fatti in senso opposto in modo da annullare l'effetto induttivo sul conduttore S che porta la corrente continua e che passa dentro gli anelli di ferro A e B.

Si capisce come, essendo la corrente alternata che si misura fortemente sfasata rispetto alla tensione, la potenza consumata risulti molto piccola e come tale metodo possa riuscire vantaggioso anche indipendentemente dalla trasmissione a distanza delle indicazioni, perchè elimina le perdite nello shunt a resistenza che è necessario coi metodi ordinari; esso inoltre riduce la spesa d'impianto del circuito di misura il quale non deve più essere isolato per la tensione della linea principale, ma per una tensione molto più bassa.

La prima applicazione di tale nuovo metodo fu fatta a Francoforte collegando con un conduttore di 1,5 mm^2 di sezione due centrali distanti fra loro 2,5 km e che lavorano in parallelo su una rete tramviaria. L'errore constatato nella misura delle intensità di corrente, dovuto a inevitabili variazioni della tensione, della frequenza e della curva di tensione della corrente alternata rimane nei limiti del 2%.

E' da rilevare da ultimo che il metodo Besag può rendere possibile il controllo a distanza della direzione e intensità di corrente per le sottostazioni a accumulatori e la misura a bassa tensione di correnti continue ad alto potenziale.

U. So.

RADIOTELEGRAFIA E RADIOTELEFONIA.

Contratti e accordi r. t. in Francia e in America. — Si annuncia che il Governo Francese ha concluso un contratto con la C.ie Gén. de Télégraphie sans Fil, che la autorizza a stabilire servizi r. t. commerciali con tutte le parti del mondo. Lo Stato avrà parte nei pro-

fitti netti, dopo che il capitale sarà stato adeguatamente rimunerato. La compagnia stabilirà due centri r. t. presso Parigi uno per il servizio europeo, l'altro per il servizio transcontinentale. In attesa che questi centri siano pronti, il servizio commerciale sarà temporaneamente assunto dalle stazioni di Bordeaux e di Lione, che ritorneranno in seguito al solo servizio di stato.

G. Isaacs, il ben noto capo della « Marconi 's Wireless » è tornato recentemente da un viaggio in America in cui sarebbero state gettate o meglio allargate le basi degli accordi tra la compagnia inglese e la grande nuova organizzazione americana, la « Radio Corporation », che sembra avviata ad assumere una posizione assolutamente preminente nello sviluppo sempre più rapido della r. t. Scopo fondamentale degli accordi è, a quanto si annuncia, quello di ridurre il costo ed estendere il traffico, facilitando al massimo grado le comunicazioni mondiali.

TRASMISSIONE E DISTRIBUZIONE.

Linea di trasmissione a 220 kiloVolt in Svezia. (E. T. Z., 30 dicembre 1920). — Per promuovere l'utilizzazione delle forze idrauliche sulla costa orientale e occidentale della Svezia, il governo svedese ha deciso di collegare con una linea a 220 kV gli impianti idroelettrici di Trollhätta e di Alfkarleby. Secondo il progetto la linea dovrà essere pronta in dicembre 1921. La linea sarà per ora isolata soltanto per 132 kV e proporzionata per il trasporto di 30 000 kW; in seguito sarà portata alla tensione sopra indicata.

E. C.

TRAZIONE.

Locomotori elettrici in due disastri ferroviari. — Nella scorsa primavera avvennero sulla linea Chicago Milwaukee e St. Paul sul tratto della costa del Pacifico due accidenti ferroviari che solamente ora con mente calma è possibile considerare. In base a dati di fatto raccolti, si stabilì che uno degli accidenti si deve attribuire a mancanza del personale, e l'altro ad un caso di forza maggiore, e che nessuno dei due casi si può imputare a difetto dell'equipaggiamento elettrico o alla trazione elettrica in generale. Uno di questi casi è sommamente interessante e rende conto delle difficoltà che si possono incontrare nelle linee di montagna.

Alle 4,20 del 16 giugno il treno N. 74 a doppia trazione con un locomotore elettrico N. 10 239 in testa ed una locomotiva Mallet in coda con 58 carri merci carichi ed un carro serbatoio con acqua, partì da Boylston Wash., dopo l'ispezione regolamentare dei freni. A poca distanza ad est di questo punto il treno incominciò la discesa sulla lunga pendenza del 22‰, conosciuta col nome di Colline Beverly. Il macchinista, persona pratica, permise al treno di acquistare la velocità necessaria per poter iniziare la frenatura con ricupero in parallelo. La velocità ammessa per poter inserire i motori per il ricupero è fra 25 e 32 km/ora. Probabilmente il macchinista aspettava di superare i 25 km per fare la manovra, invece trascurò di farlo se non prima fossero raggiunti i 32 km ed allora i freni non agirono. Egli restò titubante in seguito all'azione dei relais di sovraccarico e perse così forse un mezzo minuto, durante il quale la velocità del treno aumentò rapidamente. Il macchinista allora fece agire il freno automatico ad aria, ma anche questo non fu più in grado di modificare la marcia del treno; tentò un paio di volte di agire col ricupero ma gli interruttori non rimanevano chiusi. Un'altra volta ricorse al freno ad aria manovrando col comando d'urgenza, ma il treno doveva a questo momento aver raggiunto i 56 km e la frenatura non poteva più agire.

Il treno continuò la discesa per uno spazio di 20 km ad una velocità stimata non superiore ai 56 km ora perchè trattenuto fino a un certo punto dai freni indipendenti della Locomotiva Mallet posta in coda e da quelli a mano posti in azione dal personale su 35 carri. Il treno rimase così intatto per 20 km fino allo scambio di Doris, ove la locomotiva Mallet si distaccò per deragliamento del tender. Questa macchina sofferse però poco danno.

Liberato dal ritegno della locomotiva di coda, il treno aumentò rapidamente di velocità e 28 carri infilatisi gli uni negli altri presero fuoco e bruciarono. Il rimanente del treno continuò per circa quattro km quando altri 13 carri deragliarono. Gli ultimi 17 carri attaccati alla locomotiva elettrica continuarono per 300 m e poi deragliarono e bruciarono.

Il locomotore rimasto libero dal treno continuò la sua corsa per ancora circa 12 km e si fermò a circa 5 km da Beverly. Il tachimetro indicò una velocità massima di 80 km ora in qualche punto e probabilmente dopo che la Mallet si distaccò.

Quantunque nella discesa vi siano diverse curve strette, e la velocità della macchina sia stata eccessiva non si notarono danni al binario. Tutto il danno del locomotore elettrico consistette nella bruciatura dell'avvolgimento di un motore-generatore, più guasti di piccola importanza alle connessioni elettriche. Inoltre furono spianati un paio di cerchioni. In fondo il danno fu piccolo.

La prima indicazione di anormalità fu notata quando l'interruttore della sottostazione di Kittitas si aprì indicando che su un locomotore in marcia avevano funzionato i relais di sovraccarico. Questo avvenne alle 4.26 ed indica il momento nel quale il macchinista tentò per la prima volta di inserire il ricupero. Alle 4.45 alla sottostazione di Doris si aprirono gl'interruttori della linea di contatto e di quella d'alimentazione, ed alle 4.48 si staccò quello d'alta tensione a motivo del deragliamento del primo gruppo di carri che provocarono l'interruzione sulla linea.

Per quanto riguarda lo sforzo di frenatura del treno la compagnia ha sempre considerata la frenatura con ricupero come un sistema assolutamente supplementare a quello ad aria ed ha sempre insegnato ai macchinisti di fare uso in primo luogo e sempre, del freno d'aria.

In questo caso particolare il peso del treno era di 2500 tonn. mentre la frenatura ad aria su questa pendenza corrispondeva a 4000 tonn. mantenendo la velocità a meno di 24 km all'ora, e il dispositivo a ricupero corrispondeva a 1500 tonn.

Queste circostanze provano che in questo disastro non entra come causa la mancanza di potere frenante. Il fatto che la velocità massima permessa ai treni merci prima dell'elettrificazione era di 24 km all'ora, mentre questa è la velocità minima alla quale il dispositivo di ricupero può cominciare ad entrare in funzione, rende chiara la responsabilità del personale. Questo aveva ricevuto istruzione di provare il funzionamento dei freni prima di applicare il ricupero, ma in questo caso si vede che ciò non è stato fatto per il desiderio comune e generale di sfruttare il freno a ricupero ed economizzare energia fin dall'inizio in una discesa. Un esame accurato del locomotore e della sottostazione ha mostrato che le condizioni di funzionamento dell'equipaggiamento elettrico erano normali e che l'intera responsabilità del disastro si deve attribuire a mancanza del macchinista.

L'altro accidente avvenne il 23 maggio alle 11,30 a 5 chilometri da Ragnar Wash. In questo caso due locomotori camminavano a bassa velocità trainando soltanto un vagone ed arrivarono giusto a tempo per subire le conseguenze di una grande frana che asportò un buon tratto di linea.

Un cantoniere si trovava casualmente nelle vicinanze quando accadde il disastro. Egli udì un sordo rumore e constatò che il binario stava per essere portato via. Sapendo che stava per arrivare un treno passeggeri, gli corse incontro facendo segnali colla bandiera, ignorando che dalla parte opposta giungevano i due locomotori.

Questi che portavano i N° 10208 e 10240 entrarono nella curva ad una velocità di circa 24-25 km all'ora e si avanzarono nella linea spostata scivolando e rotolando sulla scarpata alla profondità di circa 130 m. I due macchinisti e aiuti che si trovavano sopra furono si può dire illesi; un istruttore ed un frenatore si dovettero trasportare all'ospedale.

Le casse dei locomotori furono completamente rovinate. I telai furono contorti e piegati. I lamierini di rivestimento dei fianchi e del tetto furono cotti dallo sfregamento contro le pietre e gli alberi durante lo slittamento ed andarono perduti.

Nella cabina del locomotore, motore-generatore, i reostati, equipaggiamento di controllo, compressore d'aria, conduttura, ecc. furono strappati dai loro sopporti e più o meno danneggiati. I carrelli portanti furono leggermente danneggiati, l'equipaggiamento del freno in uno fu abbastanza danneggiato mentre nell'altro fu quasi incolume.

Il salvataggio dei due locomotori a 130 m sotto il piano fu abbastanza difficile, si dovette smontarli in parte e caricarli su carri che furono trascinati a circa 10 km e là caricati su vagoni.

(u. g.)

VARIE.

Richiesta di cataloghi commerciali per l'Egitto. — Il Dipartimento del Commercio ed Industria presso il Ministero Egiziano delle Finanze ha recentemente istituito un ufficio speciale di cataloghi per uso dei commercianti ed industriali del luogo.

Le ditte che desiderano fare conoscere i loro prodotti in Egitto possono spedire i loro cataloghi a « *The Controller Bureau of Commerce and Industry* - 12 Shariah Fahmi (Bab-el Luq) CAIRO ».

★

Le amenità della stampa politica. — Leggendo i giornali politici c'è innegabilmente sempre qualche cosa da imparare. Il redattore di un giornale di una grande città italiana, essendo annunciata la visita di una Commissione Rumena ai nostri impianti di trazione elettrica, si è rivolto ad un suo « illustre amico che ha nella materia una singolare e vasta competenza » e ne riferisce ai lettori l'intervista. « Potreste darmi l'idea — chiede il giornalista — del sistema trifase? ». E l'illustre competente spiega bonariamente: « Col sistema trifase si utilizzano tre correnti in tre tempi successivi: tempi che sono ottimi ». Ed aggiunge, a maggior chiarezza: « Potete immaginare un ingranaggio di cui ogni dente presenti a sua volta tre tacche ». E ad analoga domanda afferma: « Il sistema trifase è detto, ed è ben detto, italiano, *perchè è nato in Isvizzera*, ma sono stati gli italiani che hanno avuto il coraggio di applicarlo con 3000 Volt, e poi l'hanno portato a 4000, e arriveranno anche a 6000 ». Qui evidentemente la forma ha tradito la sostanza, ma come umorismo di frase non c'è male.

Dio ci guardi dagli intervistatori! Ricordiamo sempre quel giornalista che si è creduto in dovere di « tradurre » la frase dell'intervistato: « Il trasformatore era andato a terra » con l'altra: « Il trasformatore era caduto al suolo »!

:: Note Economiche, Politiche e Finanziarie ::

Il Collega Ing. Civita nel fascicolo di Gennaio dell'Impresa Elettrica che appare in questi giorni, pubblica la consueta rassegna economica che, per la cortesia sua, possiamo qui riassumere per i nostri lettori.

Pubblico e parlamentari muovono in guerra contro le Società Elettriche, colpevoli di non aver affrontato febbrilmente quei nuovi impianti che dovevano fare abbondare l'energia. E vorrebbero sostituire loro il Governo!

Ma nessuno pensa alle ragioni vere e tutt'altro che disprezzabili perchè l'offerta di energia non abbia sempre superato le richieste. Nessuno pensa che questa richiesta era imprevedibile come imprevedibile era il carbone a 600 o 800 o 1000 lire la tonnellata; la pace, che viceversa non è stata pace per noi per più di due anni, il cambio americano al 600% e quello svizzero a quasi il 500%, ecc. ecc.

Nessuno pensa alla influenza nefasta sulle Banche e sui risparmiatori dei provvedimenti finanziari Giolitti, e su quelle particolarmente nefaste per le Società elettriche della nominatività dei titoli, del Lodo Labriola, della occupazione delle fabbriche, del ritardo a provvedere ad un convenuto aumento nelle tariffe di vendita dell'energia e finalmente dei minacciati provvedimenti preveduti nei disegni di legge del partito socialista e di quello radicale. Una industria così bersagliata non offre più al risparmiatore la tranquillità dell'impiego che aveva un tempo. Molti, che in passato avevano largamente partecipato agli aumenti di capitale delle Società elettriche, oggi sono titubanti o addirittura contrari per il timore della statizzazione, della socializzazione, della nazionalizzazione; tre parole di cui nessuno saprebbe dire la vera portata ma che per il grosso pubblico significano *spoliazione*.

La politica fatalistica Giolittiana potrà essere giusta da un punto di vista di tranquillità interna o di opportunità parlamentare, ma è pericolosa e perniciosa per le industrie che si alimentano del credito italiano od estero. E se anche può riuscire facile per gli italiani convincersi che molti dei minacciati provvedimenti resteranno sulla carta o non avranno quelle ripercussioni pratiche che al principio si temevano, all'estero le cose si veggono differentemente.

Ora, poichè purtroppo noi dovremo ancora fare appello al capitale straniero, per sostituire quello italiano, che una visione troppo fiscale dei nostri problemi ha fatto fuggire, come si può invogliare quello di fuori a ricercare impieghi rifuggiti dai nostri?

Ecco il circolo vizioso nel quale ci ha cacciati la politica di Giolitti e dei ministri del Tesoro e delle Finanze.

In Inghilterra hanno capito questo pericolo ed hanno abolita la confisca dei profitti di guerra, abolendo anche altri provvedimenti fiscali che avevano provocato crisi e disoccupazione. Noi dovremo forse attendere la forte disoccupazione con le inevitabili crisi di violenze e scioperi perchè il Governo comprenda quanto sarebbe stato o sarebbe ancora più utile consentire ai ricchi di investire i denari, più o meno ben guadagnati, nelle nostre industrie e specialmente in quella idroelettrica che non far perdere all'Italia tali denari per dover poi il Governo far lavorare il torchio e dare ciò che occorre per far costruire impianti.

Queste considerazioni facevamo leggendo la magistrale relazione della Società Adriatica d'elettricità agli azionisti nella Assemblea straordinaria per l'aumento di capitale, e della quale riportiamo qualche brano più saliente.

La produzione e la distribuzione idroelettrica in Italia, e particolarmente nel Veneto, hanno subito — come ogni fenomeno — le conseguenze della grande guerra e di una economia generale in forma ancora agitata e convulsa.

Nel 1913 e 14 noi eravamo considerati degli audaci nello svolgere il programma tecnico e di nuove costruzioni che le nostre assemblee e quelle delle Società nostre consorelle hanno sempre approvato, e l'applicazione delle forze idroelettriche, particolarmente alle industrie minori, le più numerose della nostra regione, era soltanto una buona promessa e si faceva con difficoltà strada, dovendo lottare coi bassissimi prezzi del miglior carbone inglese oscillante fra le 25 e le 30 lire alla tonnellata, e non persuadeva ancora tutti ad abbandonare le macchine a vapore o ad altra combustione, per la corrente elettrica.

L'asprezza dei cambi, l'elevatezza dei noli ed il costo della mano d'opera hanno spinto il carbone a prezzi inimmaginabili, che hanno rasentato perfino le lire mille alla tonnellata, e che ora fortunatamente sono in rapida discesa, e di conseguenza questa nostra industria elettrica che era soltanto promettente nel 1913 e 14 è invece insufficiente oggi, ed il consumatore industriale allore diffidente ed incerto, è ora esigente ed a volte malcontento, e perciò richiede nuovi sacrifici da parte nostra, nuove costruzioni e nuovi mezzi, e noi fummo pronti a tali sacrifici, a tali nuove costruzioni, nei limiti però di un preordinato programma e di una particolare prudenza, specialmente finanziaria.

Durante la guerra, che si è svolta quasi completamente nei territori da noi serviti, abbiamo fatto fronte a tutti i bisogni della guerra stessa e della popolazione civile, con plauso dell'Autorità militare e di quella civile, e dopo chiusa gloriosamente con la vittoria la guerra, abbiamo all'indomani, coraggiosamente e senza l'aiuto di nessuno, posto mano, noi, come le nostre Società consorelle, alla ricostruzione degli impianti lasciati nelle mani del nemico durante la triste occupazione, e — crediamo — fra i primi abbiamo completato tali ricostruzioni con enorme sacrificio finanziario senza avere avuto dal Governo, a tutto il 1920, il più modesto aiuto pecuniario, e soltanto un modesto aiuto in materiali.

La Società per la utilizzazione delle Forze Idrauliche del Veneto, a noi associata, col nostro aiuto finanziario, all'indomani dell'armistizio, ha pure messo in lavoro con ogni sollecitudine il maggiore impianto idroelettrico in costruzione in Italia e cioè l'immissione di acque del Piave nel Lago di Santa Croce, per una produzione di energia che per ora si limiterà alla metà di tutta la produzione attuale idroelettrica del Veneto, ma che potrà raggiungere 600 milioni di kWh all'anno, a programma compiuto. Soltanto per questa prima parte di lavoro si spenderanno oltre 90 milioni. Desideriamo dirVi chiaramente questo impegno della nostra Consorella, che pure ci tocca largamente, perchè ognuno sappia quale sforzo economico ha fatto e sta facendo un Gruppo privato quale è il nostro, nell'interesse generale, senza che alcun impegno contrattuale ce ne facesse obbligo, ma soltanto quello morale di servire, come meglio possiamo, le regioni nelle quali da tanti anni si svolge la nostra attività. Nè possiamo dirVi di essere aiutati in questo dalle Pubbliche Amministrazioni, e particolarmente da quelle locali che si affannano in critiche e progetti che nessuno più di noi si augura possano maturare per aiutare alla soluzione del grave problema, ma che obbligano intanto per ora noi soli a cospicui impegni ed a subire la situazione generale.

Così parla la classe cosidetta *borghese*, quella classe che è tutt'altro che morta od incapace e che oggi mostra di sapersi difendere da sè, visto che il Governo non sa difenderla, cioè non sa difendere la stessa vita della Patria.

L'illusione che possa cercarsi una nuova economia a base di comunismo o di collettivismo; che gli operai possano divenire essi stessi industriali è così radicata nel capo del Governo che questi non esitava a dire alla Camera, durante l'ultima discussione sulla politica interna, che l'occupazione delle fabbriche, lasciata compiere in settembre sia stato un gran bene perchè ha dimostrato l'attuale immaturità del proletariato a saper fare da sè, ma che col tempo, la classe operaia più istruita con capitali riuniti, con le associazioni in cooperative sapientemente organizzate, potrà gradatamente aumentare la sua potenzialità in modo da esercitare direttamente le industrie.

Che in molti casi nei quali l'elemento lavoro predomini sul capitale, la cooperazione possa realizzarsi, non l'abbiamo mai negato, ed anzi in molte occasioni vedremmo volentieri la costituzione di cooperative di lavoro collaborare con l'elemento rappresentativo del capitale; ma nei casi, come il nostro, in cui l'elemento lavoro ha una funzione secondaria, a cosa servirebbero le cooperative, e quale vantaggio ne trarrebbe il paese? Il semplicismo nel giudicare le cose ed anche gli uomini porta così ad una politica la quale è antitetica con i veri interessi generali. Ciò non si comprende, e questa mancanza di percezione nelle alte classi dirigenti è quella che fa perpetuare lo stato caotico attuale, del quale tutti sono spaventati onde nessuno fa più nulla.

Scriveva l'on. Giuseppe Bianchi sui doveri della borghesia, in uno degli ultimi numeri di *Battaglie Sindacali* dopo il Congresso di Livorno:

Se la borghesia italiana non sarà in grado di affrontare e risolvere la crisi economica che ingrosserà le file dei disoccupati e degli spostati esasperando gli animi ed esaurendo ogni possibilità di scongiurare ed evitare un peggioramento delle condizioni materiali del proletariato, il partito comunista diventerà il fulcro centripeto di ogni esasperazione ecc. ecc.

E soggiungeva che: *l'avvenire del partito comunista in Italia dipende anche e sopratutto dalla borghesia nostrale. Se essa dimostra di non capire certe urgenze, se essa intende rimanere insensibile alle nuove esigenze, se insomma non si decide a cedere ed a concedere, di fronte a quella inesorabilità storica che evoca il proletariato a succedere alla borghesia nel dominio della società come la borghesia sostituiva la nobiltà, il trapasso si svolgerà noi modi più violenti e convulsivi.*

Noi ad onta che abbiamo spesso criticata la politica governativa, di Nitti prima, di Giolitti dopo, troppo contingente e troppo episodiaria, non possiamo disconoscere che l'Italia debba molto a Giolitti per il modo col quale ha saputo risolvere molte situazioni gravi, ma non possiamo essere di accordo con lui in tutta la politica finanziaria ed in molte sue debolezze verso i partiti estremi, giacchè siamo stati sempre del parere che un polso più fermo ci avrebbe evitati danni economici che si sono rivelati maggiori di quelli che si sono creduti di scansare.

Il profondo rivolgimento economico dei rapporti fra capitale e lavoro e l'evoluzione verso forme più democratiche si sarebbero realizzati egualmente, checchè ne dicano i socialisti, ma per fata-

lità storica. Il loro acceleramento sotto la pressione delle organizzazioni, non sempre pure nelle loro finalità o nei mezzi di lotta, non ha fatto bene al paese, e costa molto discredito all'estero, una eccessiva svalutazione alla moneta, un'esagerazione nel costo della vita, mentre non allontanerà la crisi inevitabile che segue (da che mondo è mondo) ogni periodo di *boom*.

Di queste crisi i socialisti accuseranno la borghesia mentre per la bocca dell'on. Giuseppe Bianchi invocano l'azione energica della borghesia per scongiurarle. Più verrà grave e più invece dovremo darne colpa alle intemperanze socialiste ed alla debolezza demagogica del Governo.

L'energia del Governo tedesco dovrebbe essere di ammaestramento per il nostro! Energia diciamo e non reazione, perchè a questa nessuno si sogna di ricorrere, meno forse i micromani del secolo scorso.

E l'energia dovrebbe consistere nel fare argine alle proteste di mutamenti violenti nei rapporti fra capitale e lavoro, lasciando al tempo di operare nell'interesse delle classi lavoratrici, nel sistemare il bilancio statale abolendo ogni calmiere, ogni invadenza statale nel campo degli approvvigionamenti, lasciando che i prezzi di vendita di ogni merce si adeguino ai prezzi di costo (a cominciare dal grano) mettendo tutti in condizione di produrre amplamente e liberamente, senza alcun intervento statale, cessando dallo spaventare il capitale italiano e straniero, con provvedimenti che all'atto pratico nulla renderanno, ma che intanto rovinano il credito e le finanze ad esclusivo beneficio dei produttori esteri (che già ci stanno invadendo), cercando con una bene intesa politica finanziaria di otturare le falle del bilancio, con una equa ripartizione dei carichi su tutti, tralasciando di correre dietro alla pericolosa illusione di poter far pagare tutti gli oneri della guerra a coloro che si pretendono arricchiti dalla guerra.

Si meditino le saggie parole di Lloyd George: *L'intesa deve mettere la Germania in condizione di poter pagare i suoi debiti, impedendole che essa per pagarli rovini noi.*

E noi diciamo. Il Governo deve mettere il paese in condizione di dare annualmente al bilancio statale le entrate necessarie al suo pareggio, impedendo che per far ciò si rovini il paese stesso.

★

Togliamo da un ottimo libro del comm. Giovanni Nicotera scritto per conto del Ministero dell'Industria alcuni dati interessanti che confermano queste affermazioni e che danno un quadro generale di ciò che siamo e di ciò che potremmo divenire.

L'aumento della popolazione italiana è assai notevole.

Nel 1910 essa era di 34 milioni e 205.795 abitanti; e nel 1918 era di 36 milioni e 741.273, oltre ad 1 milione ed 800 mila abitanti delle terre redente, in modo che oggi la popolazione può calcolarsi, in cifra tonda, a 40 milioni di abitanti, con un aumento medio di oltre mezzo milione per anno.

L'aumento medio di popolazione per chilometro quadrato, passa quindi, dal 119.3, nel 1910, a 128.2, nel 1918.

I nati da 1.144.410 nel 1910, scendono a 496.049 nel 1918, per risalire subito, ma non molto notevolmente nel 1919 e nel 1920, tanto che il 1918 segna una diminuzione di popolazione di 401.794 individui, specialmente per la enorme mortalità (dovuta anche alla guerra ed alla *spagnola*). Infatti i 682.459 decessi del 1910 sono saliti nel 1918 a 897.843.

La mortalità diminuisce poi, subito, e notevolmente negli anni 1919 e 1920.

Nel 1913 noi avevamo 6 milioni e 998.300 ettari coltivati a grano, granaglie e granoturco. Nel 1919 avevamo una diminuzione di 465.900 ettari, assai notevole nei riguardi del grano, perchè è ridotta, d'un colpo, di mezzo milione di ettari. Ed è questo un indice assai triste, anche perchè a malgrado tutti gli incoraggiamenti, non si è ottenuta più la cultura del 1915, che fu la maggiore degli otto anni, essendosi oltrepassati i 5 milioni di ettari pel solo grano.

Dal 1913 al 1919 si nota solo un lieve aumento di cultura nelle patate, nella canapa e nelle castagne, mentre l'uva, le olive, gli agrumi restano quasi invariati, e cioè 4 milioni e 400 mila ettari circa per la vigna (quasi pari al frumento!) un milione e ottocentomila per l'oliveto e poco più di 624 mila per il castagneto.

In quanto al nostro patrimonio zootecnico non si hanno a disposizione dei dati esatti per gli anni 1919 e 1920. Ma, per quanto non vi sia diminuzione notevole che per i suini (2 milioni e 507.798 nel 1908 e 2 milioni e 338.926 nel 1918), l'aumento non è affatto notevole. Abbiamo oggi circa un milione di cavalli, un milione di asini (i malevoli dicono che ve ne siano molti di più, in Italia!) mezzo milione di muli, 6 milioni e 700 mila bovini e bufalini, 2 milioni e 338.926 suini, meno di 12 milioni di ovini ed oltre 3 milioni di caprini.

La nostra inferiorità è tanto più notevole in questo campo, quando si consideri che per ogni chilometro quadrato noi abbiamo in media 22 animali bovini (35 nel Piemonte massimo, e 6 nella Basilicata minimo), venendo ultimi in Europa, innanzi a 46 della Danimarca, 30 dell'Inghilterra e 26 della Francia. Ultimi siamo anche per i suini (Svizzera 13 e Italia 8 per chilometro quadrato) secondi per gli ovini (117 Inghilterra), e primi soltanto per i caprini e gli.... asini.

Quale sarà la sorte futura dell'industria italiana? Noi siamo ottimisti. Infatti, mentre nel 1913 l'aumento dei capitali investiti nelle industrie ammontava a poco più di 131 milioni, salirono a circa 3 miliardi nel 1918.

Le società dal 1914 al 1917 discesero da 1155 a 1149 segnando però un aumento di dividendo che passò da 225 milioni a 311 milioni, e cioè dal 4.85% al 7.11%.

Gli utili delle Banche durante la guerra passarono, (con un capitale di 530 milioni nel 1914 a 729 milioni nel 1917), ad una percentuale del 5.93% al 7.24% notando però che la Banca d'Italia ha tenuto fisso il suo capitale (180 milioni) ed il suo dividendo (8%) in tutti gli anni di guerra.

Relativamente all'energia idro-elettrica disponibile in Italia, questa è calcolata a 5 milioni di cavalli dinamici, utilizzata per circa un milione e mezzo di cavalli. Ma mentre l'Italia è la quarta nazione mondiale per ricchezza idro-elettrica utilizzabile, essa è la prima, dopo la Svizzera, per la maggiore quantità di cavalli dinamici disponibili per miglio quadrato di superficie, e cioè 55.

Anche i prodotti minerali italiani subiscono un notevole aumento: dalle 2.619.746 tonnellate estratte nel 1913 per un valore di 107 milioni di lire, siamo saliti nel 1918 a circa 5 milioni di tonnellate, del valore di circa 400 milioni, presentandosi un aumento di prodotto nei minerali di ferro e nei combustibili (questi si sono quasi quadruplicati) ed una diminuzione nello zolfo. Il numero degli operai addetti alle miniere è pure assai aumentato. I 4000 operai addetti all'estrazione dei combustibili fossili nel 1913 salirono nel 1918 a 30000.

Notizie interessantissime dà il Nicotera sui consumi degli Italiani, ma siccome questi dati si fermano al 1918, essi non rappresentano una norma che possa avere un valore effettivo pel momento presente. Infatti, fino al 1917 gli Italiani consumavano molto meno di adesso. Uno dei generi di consumo in aumento e che è indice del maggiore benessere vitale è, per esempio, il sale, che da poco più di due milioni di quintali nei 1919-20 è salito a 2 milioni e trecentotremila quintali nel consumo del 1918, ma il suo aumento vero è.... nel prezzo. E che il consumo italiano sia aumentato in vera sproporzione della produzione lo prova la nostra bilancia commerciale. Infatti nel 1908-1912 fra le importazioni e le esportazioni, esisteva uno sbilancio di circa 1 miliardo compensato dalle rimesse degli emigranti e dalle spese dei forestieri. Nel '18, invece le importazioni ammontano a circa 15 miliardi, le esportazioni ad appena 4! Un «deficit» annuo di oltre 10 miliardi (e son già tre anni e più che si verifica e che noi dobbiamo colmare con debiti). Nel 1920-21 le previsioni sono migliori.

Abbiamo, inoltre il lieto primato... del maggior numero delle giornate di sciopero fra tutti i popoli del mondo!

Anche il nostro traffico marittimo segna una lieve diminuzione di fronte a quello del 1914, ed il nostro tonnellaggio mercantile era nel 1919 di circa 192 mila tonnellate inferiore a quello del 1914, in modo che mentre gli Stati Uniti avevano aumentato il proprio tonnellaggio del 378%, ed il Giappone del 36%, noi lo avevamo ridotto del 14%. Ora soltanto, esso è lievemente migliorato ed abbiamo oltre 2 milioni di tonnellate di navi mercantili, giacchè ad onore del vero, dopo l'Inghilterra, gli Stati Uniti e l'Olanda, veniva nel 1920 l'Italia con il maggior numero di costruzioni navali (compresa Trieste), avendo impostate un totale di 125 navi a vela ed a vapore, in legno ed in acciaio, per oltre 300 mila tonnellate di registro.

Il traffico ferroviario dai 615 milioni del 1913-14 è salito a 1419 milioni nel 1917-18. E' aumentato ancora nel 1919-20.

Ma è... improduttivo ed assorbito totalmente dalle spese con un «deficit» enorme.

Anche il bilancio dello Stato ha visto quintuplicare in cinque anni le sue entrate, ma il crescere delle spese, ha fatto sì che l'aumento della circolazione cartacea è stato davvero enorme. Nell'ultimo quinquennio (prendendo 100 come unità nel 1914) l'Italia ha aumentata la propria circolazione cartacea del 460%, la Francia del 530%, la Germania del 945%, l'Austria del 1500%, e l'Inghilterra del 1330%. Siamo perciò apparentemente in condizioni migliori se non fossimo deboli sempre più a causa della ridotta nostra scorta aurea.

Il vero indice eloquente della prosperità italiana è dato dal risparmio. I depositi a risparmio degli italiani sono saliti dai 7 miliardi e mezzo del 1914 a circa 17 miliardi e mezzo al 30 giugno 1919, ed ora toccano se non oltrepassano, i 20 miliardi. E si noti che nell'ultimo quinquennio è totalmente mancata la provvida rimessa degli emigranti. L'Italia dal 1913 al 1919 ha aumentato il suo risparmio del 450% mentre l'Inghilterra ha avuto un aumento del 235%, la Svezia del 238%, l'Argentina del 175%, e la famosa risparmiatrice, la Francia, solo del 164%! Ed al risparmio, gli italiani hanno saputo unire la previdenza. Mentre nel 1914-1915 gli investimenti di capitale nelle Società assicuratrici italiane diminuirono di circa 6 milioni, in confronto all'anno

1913-14, nel 1918-1919, l'aumento è stato di oltre 100 milioni. Ed in quest'ultimo esercizio l'aumento è ancora maggiore.

Il mercato finanziario nel mese non presenta che indecisione, incertezza, fiacchezza. Astensione di gruppi finanziari, realizzi e assenze quasi assolute di investimenti. Lo stato d'animo del pubblico non può essere diverso quando da tutte le parti del mondo giungono notizie disastrose, e quanto ci si aspetta da un momento all'altro che il ciclone investa anche noi.

E' questo il momento meno propizio per gli aumenti di capitale. Basta il solo annunzio per far precipitare il titolo!

A tutte queste preoccupazioni si aggiungono da noi le ansie per i regolamenti sulla nominatività dei titoli e sull'avocazione allo Stato dei profitti di guerra. Spesso notizie contradittorie provocano movimenti nei corsi assolutamente ingiustificati, come è avvenuto nella seconda settimana allorchè non si sa come si è diffusa la voce di un rinvio alle calende greche della nominatività.

I cambi sono un'altra preoccupazione la quale è però meno sentita da noi perchè, nella nostra sventura, funzionano da elemento ritardatore della crisi. Vi è anzi qualcuno che ritiene che gli ambienti bancari tengano elevati i cambi per consentire alla nostra industria ed al commercio di esitare i forti stock, a prezzi ancora convenienti, in modo da far trovare posizioni alleggerite allorchè l'ondata di ribasso raggiungerà anche noi.

L'esito del congresso di Livorno è stato salutato favorevolmente dalle Borse con qualche miglioria nei corsi, ma di breve durata.

L'esame dei cambi dimostra una miglioria della valuta francese non seguita da eguale miglioria in quella Americana ed Inglese rispetto a noi. La spiegazione sta in un prestito di 100 milioni di dollari degli Stati Uniti alla Francia che in questo momento abbonda quindi di divisa Americana.

Quel che migliora è il marco che da meno di 40 tende ora verso 50, esempio questo che ci dimostra come la volontà di un popolo, le sue discipline e le energie dei suoi capi può aver ragione di condizioni ben più tristi di quelle in cui ci troviamo!

Il mese in fondo chiude calmo, e nell'attesa di conoscere i risultati degli esercizi chiusi al 31 dicembre.

Le preoccupazioni più gravi sono naturalmente per l'industria siderurgica, per la meccanica ecc. mentre per gli elettrici si sa su per giù che i dividendi saranno eguali a quelli dello scorso anno, pur conoscendosi da tutti che si è sagrificato sugli ammortamenti. E le quotazioni si mantengono sempre troppo basse.

Il denaro da noi è caro e difficile e non vi è da stupirsene. Del resto anche all'estero fa difetto.

La Confederazione Elvetica emette alla pari Buoni del tesoro a 3 e 5 anni al 6%. Il Belgio cerca di collocare un prestito a premi per l'importo di un miliardo in obbligazioni 4% di 250 franchi nominali emesse a 200 con estrazione annuale di diversi premi fra cui alcuni dell'importo di 1 milione. Il Prestito è rimborsabile in 90 anni.

L'abbondanza del denaro all'estero aveva provocata la super produzione: questa determina oggi la crisi. La crisi determina ribasso nei prezzi, stasi negli affari, riduzione degli impegni.

Si verificherà a non lontana scadenza un accumulo di denaro che ci riporterà all'abbondanza. In Inghilterra si palesa già questa tendenza, e se noi sapremo far riprendere la fiducia nei nostri titoli di Stato e sui titoli idroelettrici, non sarà difficile finanziare i nostri nuovi impianti con denaro estero.

DATI FINANZIARI DELLE PIÙ IMPORTANTI SOCIETÀ ELETTRICHE

SOCIETÀ	ANNO di costituzione	CAPITALE versato al 1° genn. 1921	Obbligazioni emesse	Valore nominale azioni	Valore di Borsa al 31 dic. 1920	DIVIDENDI			Chiusura anno finanziario
						1917 o 1917-18	1918 o 1918-19	1919 o 1919-20	
Negri	1905	110.000.000	3.000.000	200	140	12 —	12 —	12 —	31 - XII
Valdarno (Elettrica e Mineraria)	1905	100.000.000	—	100	—	8 —	8 —	—	31 - XII
Adamello (G. E. A).	1907	100.000.000	10.000.000	200	210	16 —	16 —	16 —	31 - III
Ligure Toscana di Elettricità	1905	100.000.000	—	200	170	14 —	14 —	14 —	31 - XII
Edison di Elettricità	1884	96.000.000	—	300	530	30 —	32 —	25,50	31 - XII
Meridionale di Elettricità	1899	80.000.000	—	250	—	13 —	13 —	15 —	31 - III
Imprese Elettriche Conti	1901	70.000.000	10.000.000	250	310	20 —	20 —	20 —	31 - XII
Adriatica	1905	60.000.000	6.000.000	100	119	3 —	4 —	8 —	31 - XII
Anglo Romana	1852	50.000.000	44.500.000	500	468	0 —	30 —	30 —	31 - XII
Generale Elettrica della Sicilia	1903	50.000.000	6.000.000	100	—	5 —	6 —	6 —	31 - XII
Alta Italia	1896	48.000.000	f. 20.000.000	250	200	13,75	13,75	12,50	31 - XII
Unione Esercizi Elettrici	1905	42.000.000	7.000.000	50	54	3,50	4 —	4,50	30 - VI
Idroelettrica Piemonte	1899	40.000.000	2.000.000	125	100	6,25	7 —	7 —	31 - XII
Elettrica Bresciana	1905	40.000.000	18.000.000	100	100	8 —	8 —	8 —	31 - V
Forze Idrauliche del Moncenisio	1900	40.000.000	2.200.000	100	—	5 —	5 —	0 —	30 - VI
Lombarda (distribuzione energia elettr.)	1897	32.500.000	—	500	740	48 —	50 —	51,50	31 - XII
Emiliana Esercizi Elettrici	1906	28.000.000	750.000	70	—	5 —	5 —	5 —	31 - XII
Dinamo	1907	25.000.000	—	100	—	5 —	5 —	4 —	30 - VI
Forze Idrauliche del Veneto (Cellina)	1900	24.500.000	3.000.000	175	—	14,50	0 —	15,50	31 - XII
Elettrochimica	1899	24.500.000	9.500.000	70	—	5 —	5 —	5 —	30 - IX
Officine Elettriche Genovesi	1895	20.000.000	20.000.000	250	210	0 —	0 —	12,50	31 - XII
Nazionale Sviluppo I. E.	1916	20.000.000	—	250	—	17 —	18 —	21 —	31 - III
Mediterranea di Elettricità	1918	18.000.000	—	500	—	—	—	—	31 - XII
Generale Illuminazione Napoli	1876	16.200.000	9.000.000	225	—	11,25	11,25	9 —	31 - XII
Alto Po	1902	16.000.000	—	100	—	8 —	8 —	8 —	31 - XII
Brioschi Imprese Elettriche	1908	15.000.000	1.500.000	250	—	17,50	20 —	20 —	31 - XII
Idroelettrica Ligure	1904	14.910.000	4.000.000	250	—	17,50	0 —	0 —	31 - XII
Varesina Imprese Elettriche	1894	12.325.000	2.650.000	85	—	5,10	5,10	5,10	31 - XII
Italia Centrale	1917	12.000.000	—	100	—	—	7 —	8 —	31 - XII
Trezzo d'Adda B. Crespi	1904	12.000.000	3.000.000	250	260	18 —	21 —	21 —	31 - III
Orobia	1906	11.416.620	4.000.000	200	—	10 —	12 —	12 —	28 - II
Toscana Imprese Elettriche	1897	10.000.000	8.500.000	500	—	40 —	40 —	40 —	31 - XII
Bergamasca	1916	10.000.000	3.250.000	100	—	6 —	6 —	6 —	31 - XII
Piemonte Orientale	1909	10.000.000	—	200	—	16 —	16 —	16 —	30 - VI
Piemonte Centrale	1918	10.000.000	—	100	—	6 —	6 —	6 —	30 - VI
Napoletana Imprese Elettriche	1899	8.000.000	3.000.000	100	—	5 —	5 —	5 —	31 - XII
Comense A. Volta	1900	8.000.000	—	100	—	6 —	7 —	6 —	31 - XII
Catanese di Elettricità	1909	8.000.000	—	100	—	6 —	6 —	4 —	31 - XII
Elettrica del Caffaro	1906	8.000.000	—	250	—	20 —	25 —	25 —	31 - XII
Impr. Idraul. ed Elettr. del Tirso	1913	8.000.000	—	250	—	0 —	0 —	—	30 - VII
Tramvie Imprese Elettriche	1908	7.600.000	3.300.000	100	—	—	—	—	30 - VI
Bolognese di Elettricità	1906	7.000.000	5.000.000	250	—	10 —	10 —	10 —	31 - XII
Boracifera di Larderello	1912	7.000.000	—	100	—	8 —	6 —	6 —	31 - XII
Elettrica della Campania	1906	5.000.000	1.200.000	250	—	15 —	16 —	12,50	31 - XII
Laziale di Elettricità	1905	5.000.000	—	100	—	7 —	7 —	6 —	31 - XII
Zambellini	1911	5.000.000	—	100	—	8 —	8 —	8 —	30 - VI
Volsinia	1910	5.000.000	—	500	—	30 —	30 —	32,50	31 - XII

NORME, LEGGI, DECRETI E REGOLAMENTI

COMITATO ELETTROTECNICO ITALIANO.

SIMBOLI E NOTAZIONI ADOTTATE DALLA COMMISSIONE ELETTROTECNICA INTERNAZIONALE NELLA RIUNIONE PLENARIA DI LONDRA (Ottobre 1919).

Osservazioni generali relative all'unificazione dei simboli.

I principi che hanno servito di base ai lavori del « Comitato speciale per l'unificazione dei simboli » sono i seguenti:

Occorre che i simboli si distinguano nettamente gli uni dagli altri, sia nella scrittura con la penna sulla carta, che nella scrittura col gesso sulla lavagna ed in tipografia.

E' bene che, nelle pubblicazioni a stampa, s'impieghi per i simboli un carattere diverso da quello del testo; stampando, ad es., i simboli in carattere italico, se il testo è in carattere romano e viceversa.

E' desiderabile che nella scrittura corrente non sia necessario aggiungere dei segni distintivi ai simboli, per indicare il carattere tipografico da impiegare. Bisogna che i simboli possano pronunziarsi senza difficoltà. Finalmente, conviene conservare per quanto è possibile i simboli che l'uso ha già consacrato.

Segue dalle considerazioni precedenti che nella scrittura corrente non è possibile considerare come diversi i caratteri italici dai romani; e che le minuscole rotonde non possono essere impiegate, distinguendosi esse troppo difficilmente dalle altre. Converrà, in linea generale, rinunciare alle lettere gotiche, troppo lunghe da scrivere, e non dimenticare che varie maiuscole greche sono simili ad alcune maiuscole romane. Tutto sommato, non restano che un centinaio di simboli disponibili, in carattere romano, rotondo e greco; parecchi dei quali sono già in uso per denotare grandezze matematiche di cui hanno spesso bisogno anche gli elettrotecnici. La tabella qui unita contiene una lista dei simboli proposti dal Comitato per le grandezze elettrotecniche. E' facile vedere che non ne rimangono più, o quasi, per le grandezze puramente fisiche o meccaniche.

Ora, avviene talvolta che in una medesima formola intervengano dei simboli elettrotecnici e dei simboli di meccanica e di fisica generale; questo accade specialmente a proposito della *massa*, del *momento d'inerzia*, della *velocità*, della *densità*, della *temperatura*, della *quantità di calore*, ecc. In questi casi il Comitato raccomanda d'impiegare per la grandezza fisica o meccanica il simbolo generalmente adoperato dai fisici o dai meccanici, se questo simbolo *non* è già compreso fra quelli elettrotecnici; altrimenti raccomanda di applicare al simbolo un qualche segno distintivo o di cambiare addirittura la notazione.

Tabelle dei simboli adottati. — I. GRANDEZZE.

Nome della grandezza	Simbolo	Simbolo raccomandato nel caso in cui non potesse impiegarsi quello adottato
1. – Lunghezza	l	Nelle equazioni di dimensione: L,
2. – Massa	m	M,
3. – Tempo	t	T,
4. – Angoli	$\alpha, \beta, \gamma, \ldots$	
5. – Accelerazione della gravità	g	
6. – Lavoro	A	W
7. – Energia	W	V*
8. – Potenza	P	
9. – Rendimento	η	
10. – Num. dei giri nell'unità di tempo	n	
11. – Temperatura centigrada	t	θ ϑ
12. – » assoluta	T	Θ
13. – Periodo	T	
14. – Pulsazione $\left(\frac{2\pi}{T}\right)$	ω	
15. – Frequenza	f	ν
16. – Spost. di fase	φ	
17. – Forza elettromotrice	E	
18. – Corrente	I	
19. – Resistenza	R	
20. – Resistività	ρ	
21. – Conduttanza	G	
22. – Quantità d'elettricità	Q	
23. – Induzione elettrostatica	D	
24. – Capacità	C	
25. – Costante dielettrica	ε	
26. – Autoinduzione	L	𝔏
27. – Induzione mutua	M	𝔐
28. – Reattanza	X	𝔛
29. – Impedenza	Z	ℨ
30. – Riluttanza	S	ℜ
31. – Flusso magnetico	Φ	𝔉
32. – Induzione magnetica	B	𝔅
33. – Campo magnetico	H	ℌ
34. – Intensità di magnetizzazione	J	ℑ
35. – Permeabilità	μ	
36. – Suscettività	$\varkappa$	
37. – Differenza di potenziale elettrica	V	𝔙
38. – Forza magnetomotrice	*	𝔈

(Per i numeri 26–34: In carattere rotondo, in grassetto oppure in carattere speciale.)

* Questo simbolo è adoperato in termodinamica.

* Simbolo da proporsi dai Comitati nazionali.

Regole relative alle grandezze.

a) I valori istantanei delle grandezze elettriche variabili col tempo sono rappresentati da lettere minuscole. In caso di ambiguità si può, per precisare, applicare al simbolo l'indice « *t* ».

b) I valori efficaci o costanti delle grandezze elettriche sono rappresentati da lettere maiuscole.

c) I valori massimi delle grandezze elettriche e magnetiche periodiche sono rappresentati da maiuscole affette dall'indice « *m* ».

d) nei casi in cui sarebbe desiderabile il distinguere le grandezze magnetiche, costanti o variabili, da quelle elettriche, le prime saranno rappresentate da maiuscole in carattere rotondo, oppure in grassetto, o con caratteri speciali. Le lettere in carattere rotondo non saranno impiegate che per le grandezze magnetiche.

e) Gli angoli sono rappresentati da lettere greche minuscole.

f) Le grandezze senza « dimensioni » e quelle così dette « specifiche » sono rappresentate, per quanto è possibile, da minuscole greche.

II. UNITÀ.

Segni per i nomi delle unità elettriche, da impiegare solo dopo dei valori numerici.

Nome dell' unità	Segno
1. – Ampere	A
2. – Volt	V
3. – Ohm	*
4. – Coulomb	C
5. – Joule	J
6. – Watt	W
7. – Farad	F
8. – Henry	H
9. – Volt-coulomb	VC
10. – Watt-ora	$W\,h$
11. – Volt-ampere	$V\,A$
12. – Ampere-ora	$A\,h$
13. – Milliampere	$m\,A$
14. – Kilowatt	$k\,W$
15. – Kilovolt-ampere	$k\,V\,A$
16. – Kilowatt-ora	$k\,W\,h$

* Come segno provvisorio per indicare l'Ohm, raccomandasi di adoperare una delle due lettere O o Ω. La lettera Ω non deve più essere adoperata come segno del megatom.

m segno per " milli- ",
k » » " kilo- ",
μ » » " micro- " o " micr- ",
M » » " mega- " o " meg- ",

III. SIMBOLI E REGOLE MATEMATICHE.

	Simbolo	Simbolo raccomandato nei casi in cui non è possibile usare il simbolo adottato
Differenziale totale	d	d
» parziale	∂	
Base dei logaritmi naturali	e	ε
Immaginario $\sqrt{-1}$	i	j
Rapporto fra la circonf. ed il diametro .	π	
Somma, serie	Σ	
Integrale	$\int$	

1) Gli esponenti in cifre arabe rappresentano unicamente delle potenze (Si raccomanda quindi di usare i simboli arcsen. x, arctang. x in luogo di $\text{sen}^{-1}\ x$, $\text{tang.}^{-1}\ x$).

2) La virgola ed il punto sono impiegati secondo l'uso dei paesi; ma nei numeri i gruppi di tre cifre sono separati da spazii e non da punti o da virgole (per es. 1 000 000 e non 1.000.000, oppure 1,000,000).

3) Per la moltiplicazione dei numeri e delle grandezze geometriche designate da lettere, si consiglia d'impiegare il segno $\times$, e di non utilizzare il *punto* che quando non è possibile alcuna ambiguità.

4) Per indicare una divisione in una formola, si raccomanda d'impiegare la linea orizzontale od i due punti; si potrà tuttavia impiegare il tratto obliquo quando non è possibile alcuna ambiguità; se occorre, si farà uso, per chiarezza, delle parentesi ( ), [ ], { }.

IV. SEGNI ABBREVIATI PER I PESI E LE MISURE.

Lunghezza: *m*; *km*; *dm*: *cm*; *mm*; μ = 0,001 mm.
Superficie: *a*: *ha*; *m²*; *km²*; *dm²*; *cm²*; *mm²*.
Volume: *l*; *hl*; *dl*; *cl*; *ml*; *m³*; *km³*; *dm³*; *cm³*; *mm³*.
Massa: *g*; *t*; *kg*; *dg*; *cg*; *mg*.

✦

Norme dell'Associazione Elettrotecnica Ungherese.

Le nuove norme per gli impianti elettrici, dovute ad una Commissione speciale (Aprile 1920) stabiliscono sostanzialmente i seguenti punti:

Tipo di corrente: sistema trifase.
Frequenza: 50.
Tensioni normali (ai morsetti degli utenti), con tolleranza $\pm$ 5%: (110) (190) 220 380, (500), 3000, 5000, (10.000), 15.000 30.000, 60.000, 100.000 volt.
I valori tra parentesi sono « valori tollerati ».

:: :: DOMANDE e RISPOSTE :: ::

Saranno pubblicate in questa rubrica le domande e le questioni rivolteci dai lettori, che presentino un interesse generale, e, successivamente, le migliori risposte ricevute. Indirizzare domande e risposte esclusivamente alla Redazione de «L'Elettrotecnica» - Via S. Paolo, 10 - Milano

Paradosso o errore?

Un giovane Ingegnere ci scrive:

« *Con energia elettrica di un impianto in fondo valle decompongo l'acqua: vendo l'ossigeno come sottoprodotto; l'idrogeno, lungo apposita conduttura sale ad un altopiano superiore. Lassù l'idrogeno combinandosi con l'ossigeno dell'aria mi rende (prescindo dai rendimenti industriali) l'energia spesa per la dissociazione dell'acqua; ma ottengo dell'acqua ad alta quota che, discendendo al fondo valle mi può dare dell'altra energia.*

Se si tien conto dei rendimenti del processo elettrolisi, dei motori termici che dovrebbero utilizzare lassù l'energia di combinazione dell'idrogeno, e delle turbine idrauliche, si vede che occorrerebbe un dislivello di parecchie migliaia di metri per avere un qualche utile; ma la cosa può avere un certo interesse teorico. Si tratta di un errore di ragionamento o non sarebbe piuttosto questo il modo di « sfruttare » la gravità che fa salire l'idrogeno e fa discendere l'acqua? ».

Abbiamo già risposto al giovane Collega, ma il problema ci è sembrato interessante e degno di essere sottoposto alla curiosità dei lettori.

Associazione Elettrotecnica Italiana

Eretta in Ente morale il 3 Febbraio 1910

AI CONSOCI.

Cari Colleghi,

Nell'assumere la Presidenza della nostra Associazione sento il vivo desiderio di rivolgervi le più cordiali espressioni di gratitudine per l'attestato di fiducia e di simpatia col quale avete voluto affidarmi un così alto e delicato mandato.

Mercè l'opera illuminata ed attiva dei miei predecessori la nostra Associazione ha raggiunto uno sviluppo e un'estimazione tali che l'hanno posta fra i più ragguardevoli sodalizi del nostro Paese; l'opera mia sarà tutta rivolta a far sì che essa proceda col maggior successo sul cammino così felicemente intrapreso.

Il momento che attraversiamo è uno dei più difficili: i tecnici e gli elettrotecnici in ispecie, la cui opera si svolge in ogni campo dell'attività Sociale, debbono essere all'avanguardia del movimento di ripresa della vita intellettuale tecnica ed industriale del nostro Paese.

In attesa di esporvi un programma di attività della nuova Presidenza, mi preme assicurarvi che sarà rivolta ogni mia cura oltre che a mantenere le iniziative dei miei illustri predecessori, a stimolarne delle nuove affinchè mediante lavori individuali e collettivi la nostra Associazione possa partecipare intensamente allo studio dei problemi scientifici, tecnici ed economici che interessano il nostro Paese, ottenendo che essa possa intervenire nella discussione delle questioni, sia regionali che d'indole generale, e che la sua voce venga sentita non solo presso gli Enti governativi e nei grandi Centri, ma anche nei più piccoli Centri.

Sarà mia speciale cura di dare impulso all'opera delle Sezioni e delle Commissioni, nonchè di rendere più intime le nostre relazioni con gli ambienti tecnici esterni, e di dare sviluppo alla diffusione ed alla conoscenza delle opere e degli impianti compiuti dai nostri tecnici.

Ho a Colleghi della Presidenza uomini di alto intelletto e di provato spirito fattivo che colmeranno le mie lacune, ma noi abbiamo bisogno che ci sia continuata la collaborazione cordiale di tutti i Colleghi, e su questo faccio il più grande affidamento.

A voi tutti il mio cordiale saluto.

U. DEL BUONO.

✦ ✦

Notizie delle Sezioni

SEZIONE DI ROMA.

L'*Ing. Giuseppe Luigi Calisse*, per invito delle Associazioni Tecniche di Roma, ha tenuto nei giorni 29 Gennaio u. s. e 5 Febbraio p. p. due conferenze su: « *L'origine della meccanica relativistica* » e sui « *Principali caratteri e risultati della meccanica relativistica* ».

In queste conferenze l'espositore ha sviluppato più ampiamente l'interessante comunicazione sulla *teoria della relatività* tenuta in Roma in occasione della XXV Riunione Annuale.

L'A. E. I., la quale a sensi del suo Statuto dovrebbe pubblicare i suoi Atti una volta all'anno, è giunta, a poco a poco, a dare gratuitamente ai suoi Soci una ricca rivista trimensile che costituisce ogni anno un grosso volume di circa 800 pagine. — Il notevole successo è dovuto essenzialmente al continuo incremento del numero dei Soci. — Nuovi ed importanti risultati potrebbe conseguire l'A. E. I. in un futuro prossimo, se ogni Socio si facesse centro di propaganda e, fra le sue conoscenze, procurasse almeno un nuovo iscritto all'Associazione.

TEDESCHI GIOVANNI FU GIOVANNI, *gerente responsabile* ARTI GRAFICHE VARESINE - VARESE

VOL. VIII (XXV degli Atti) 15 Marzo 1921 N. 8

L'ELETTROTECNICA

GIORNALE ED ATTI DELLA

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

REDAZIONE ED AMMINISTRAZIONE: VIA SAN PAOLO, 10 - MILANO - TELEFONO N. 20-86

REDATTORE CAPO: A. BARBAGELATA - REDATTORI U. BORDONI - M. SEMENZA - G. VALLAURI

È GRADITA LA COLLABORAZIONE DEI LETTORI - GLI ARTICOLI DI INTERESSE GENERALE ACCETTATI DALLA REDAZIONE SONO COMPENSATI

I MANOSCRITTI NON SI RESTITUISCONO

Sui trasformatori di misura.

Lo sviluppo dell'elettrotecnica è stato così rapido che non occorre essere molto vecchi per ricordare i primi stadî rudimentali dei nostri impianti elettrici. Così molti lettori ricorderanno come noi, quando sui quadri dei primi impianti (veri *quadri*, spesso, con bella cornice di legno) a qualche migliaio di Volt, gli strumenti di misura erano chiusi sotto campane di vetro per impedire che il personale venisse in contatto con le parti metalliche sotto tensione. E come apparve geniale la soluzione adottata per l'impianto di Paderno nel 1898, di prendere una derivazione dalla prima matassa, verso il neutro, di una fase dell'alternatore, per misurare con un voltmetro a scala fittizia la tensione di macchina! Solo più tardi vennero i trasformatori di misura di cui oggi parrebbe di non poter fare a meno; ma, pur riconoscendosene i grandi pregî dal punto di vista della sicurezza e della comodità, essi furono ancora per parecchi anni, considerati con qualche diffidenza dal punto di vista della esattezza delle misure!

Oggi invece la questione è completamente sorpassata; ed a parte qualche piccolo perfezionamento costruttivo, i trasformatori di misura sono, per così dire, a regime. Ancora però offrono interesse i metodi per la verifica sperimentale delle caratteristiche di tali riduttori e compaiono ogni tanto nella stampa forestiera proposte di procedimenti che solo in apparenza presentano qualche novità. Opportunamente perciò il collega BARBAGELATA, che già portò in addietro qualche contributo a tali metodi di prova, riassume oggi l'argomento in uno scritto di carattere monografico, mostrando come gli innumerevoli sistemi via via proposti possano di fatto ridursi a pochi schemi ed a pochi concetti veramente fondamentali.

L'approssimazione dei calcoli.

Una delle più apprezzate doti del tecnico e dell'ingegnere deve essere l'attitudine a saper in ogni caso adeguare il grado di precisione dei suoi metodi di ricerca e dei suoi calcoli, agli scopi da raggiungere ed al grado di esattezza dei dati di partenza.

Assai interessanti ci sembrano pertanto le considerazioni generiche svolte oggi dal Collega BORDONI a proposito di talune speciali ricerche fotometriche.

Il palo a traliccio di minimo peso.

A breve distanza da quella del collega Semenza abbiamo un'altra nota sul calcolo del palo normale di minimo peso. L'Ing. FASCETTI, che ha avuto occasione di calcolare e costruire un gran numero di tipi di palo, ha raccolto i frutti della sua esperienza in alcuni interessanti diagrammi, che possono a nostro giudizio riuscire assai utili a chi debba affrontare effettivamente nella pratica codesto importante problema. Una obiezione che si può muovere ai calcoli puramente teorici è infatti la seguente: che vale determinare con approssimazione rigorosa le dimensioni più convenienti dei ferri da adoperare, se si debbono poi tollerare ampi scarti da questi valori per adattarsi ai pochi profili del commercio o addirittura a quelli disponibili in magazzino? Un metodo che dia soltanto la soluzione teorica di minimo costo, non offre direttamente sufficienti indicazioni circa i compensi che si possono trovare alla forzata adozione di sezioni sensibilmente diverse da quelle teoriche, e può quindi lasciare incerti circa la via da seguire o condurre a soluzioni effettive, che non sono le più convenienti. L'ing. Fascetti ha quindi imperniato il suo metodo e i suoi diagrammi sulla considerazione esclusiva dei pochi profili esistenti ed effettivamente utilizzabili in questo genere di costruzioni. Naturalmente risulta molto facile costruirsi i diagrammi proposti dall'ing. Fascetti anche per altri profilati, che si vogliano eventualmente prendere in considerazione. Assai interessanti sono alcuni esempi numerici che mostrano i pregi del nuovo metodo, specialmente per l'elasticità che esso consente nella scelta fra le varie soluzioni possibili e per i confronti che si possono istituire con le soluzioni puramente teoriche.

Sull'argomento dovremo senza dubbio ritornare.

LA REDAZIONE.

SULLA PROVA DEI TRASFORMATORI DI MISURA

A. BARBAGELATA

1. — *Premesse e definizioni.*

Lo scopo della presente nota è di riassumere, coordinandoli per quanto è possibile, i numerosi metodi via via proposti per lo studio sperimentale dei riduttori di corrente e di tensione. La sua giustificazione sta nel fatto che, data la grandissima importanza di tali metodi e il numero grande di tecnici indotti ad occuparsene, e data anche la difficoltà (o in qualche caso trascuratezza) di una buona documentazione in materia, compaiono sovente sulle riviste tecniche esposizioni di «nuovi» metodi che sono quasi sempre lievi varianti di metodi fondamentalmente già noti, quando pure non rappresentino studî già da tempo sorpassati.

E' noto che in un *riduttore di corrente* (TA) per effetto della corrente di eccitazione che percorre il primario, la corrente secondaria I_2 è sempre minore di quanto dovrebbe essere in base al *rapporto teorico*, ossia al rapporto del numero delle spire m_1/m_2. Inoltre, essa non risulta in perfetta opposizione di fase colla corrente primaria I_1, ma forma con essa un angolo $180° - \varepsilon_A$. Considerando la corrente secondaria I_2 rovesciata di fase si può dire che essa precede la primaria I_1 dell'angolo ε_A.

Analogamente in un *riduttore di tensione* (TV) per effetto delle cadute ohmiche e induttive, primarie e secondarie, la tensione ai morsetti del secondario V è diversa (generalmente minore) di quella che dovrebbe essere secondo il rapporto del numero delle spire, e, rovesciata di fase, forma colla tensione V_1 applicata al primario un piccolo angolo ε_V che può essere in avanzo o in ritardo.

Secondo una convenzione, ormai entrata nella pratica comune, il *rapporto* di un trasformatore di misura è generalmente espresso dal quoziente fra la grandezza primaria e la corrispondente secondaria. Così si dice un riduttore di tensione (TV) da 15 000/100 Volt, un riduttore di corrente (TA) da 100/5 A. Ne consegue che mentre per i TV il rapporto è prossimo al rapporto m_1/m_2 delle spire primarie alle secondarie, nei TA il rapporto è sempre prossimo al rapporto inverso m_2/m_1.

Indicheremo sempre con K_t il *rapporto teorico* del riduttore ossia il rapporto diretto o inverso del numero delle spire. Sarà cioè per i TV: $K_t = m_1/m_2$, per i TA: $K_t = m_2/m_1$. Indicheremo invece con K_n il rapporto nominale, ossia quello che è generalmente indicato dal costruttore fra i dati di targa e che *può* essere diverso dal teorico; finalmente con $K = \frac{V_1}{V_2}$ (oppure $\frac{I_1}{I_2}$) il *rapporto reale o effettivo* che varia naturalmente per uno stesso trasformatore con le condizioni di carico. L'*errore di rapporto*, ossia l'errore che il riduttore introduce nelle indicazioni dello strumento alimentato, pel fatto che al riduttore stesso si attribuisce il rapporto nominale K_n invece del reale, sarà quindi espresso in % da

$$y = 100\ \frac{K_n - K}{K_n} \tag{1}$$

Se infatti il rapporto effettivo è minore del nominale, il valore reale della grandezza secondaria sarà maggiore del supposto e quindi l'errore sarà in più.

Chiameremo *angoli di fase* gli angoli ε sopra definiti coll'avvertenza che nei *riduttori di tensione* conviene considerare come *positivi gli angoli* ε_V *di ritardo* della V_2 rovesciata rispetto alla V_1; nei *riduttori di corrente* invece saranno assunti *positivi gli angoli* ε_A *di anticipo* della I_2 rovesciata sulla I_1. Questa differenza è giustificata dalla considerazione dell'*errore di fase* introdotto dal riduttore in una misura wattometrica. Tale errore di fase, per uno spostamento φ in ritardo della corrente sulla tensione, risulta infatti positivo (errore in

più) per i riduttori di corrente quando la I_2 precede la I_1; viceversa per quelli di tensione. Con queste convenzioni, l'errore complessivo in più commesso in una misura di potenza quando il wattometro sia alimentato da un riduttore di corrente e da uno di tensione, risulta espresso in % da

$$x = y_V + y_A + 100 (\text{sen } \varepsilon_A + \text{sen } \varepsilon_V) \text{ tang } \varphi \quad (2)$$

Poichè gli angoli ε_A ed ε_V sono sempre assai piccoli, quando essi siano espressi in *radianti* possono numericamente confondersi coi rispettivi seni e si può scrivere

$$x = y_V + y_A + 100 (\varepsilon_A + \varepsilon_V) \text{ tang } \varphi \quad (3)$$ [1]

Errori di rapporto ed angoli di fase dipendono, come si è detto, dal *carico* del riduttore. Tale carico è essenzialmente espresso dai Voltampère che il riduttore dà al circuito secondario e dipende quindi per una data tensione V_2 o per una data corrente I_2 dall'impedenza complessiva Z del circuito alimentato. Sotto questo punto di vista le condizioni ordinarie di lavoro dei riduttori di tensione sono in generale assai diverse da quelle dei riduttori di corrente. I primi infatti lavorano generalmente ad una tensione industrialmente costante cosicchè la tensione V_2 ai morsetti sarà pure industrialmente costante. Il carico del riduttore di tensione dipenderà quindi solo dal numero e dal tipo degli apparecchi alimentati, in parallelo, dal secondario (ossia dall'impedenza complessiva del secondario esterno). Un riduttore di corrente lavora invece con corrente primaria variabile da zero al valore massimo per cui esso fu costruito, cosicchè il suo carico varia da zero ad un massimo anche per impedenza secondaria costante. Ma, naturalmente, il carico varierà pure se varierà il numero degli istrumenti messi in serie sul circuito secondario. Abbiamo quindi una doppia variabilità nel carico. Perciò per meglio intendersi, pare opportuno designare diversamente i due fattori da cui dipende il carico. Chiameremo dunque *prestazione* di un riduttore il suo carico, in quanto esso dipende dal numero e dal tipo degli apparecchi alimentati, riservando la parola *carico* per quanto concerne l'entità della grandezza secondaria (corrente o tensione) [2]. Così, per chiarire la cosa, per un riduttore di corrente, il cui circondario sia messo in corto circuito, la prestazione sarà nulla, ma il *carico* potrà variare da 0 al 100% col variare della corrente primaria, e, quindi, della secondaria. Con questo modo di considerare le cose si giunge all'apparente assurdo che il riduttore di corrente con secondario in circuito aperto avrebbe una *prestazione infinita* mentre in realtà la I_2 sarebbe in tal caso sempre nulla, ma la cosa si giustifica considerando che tale stato di cose è il limite a cui si arriva aumentando progressivamente l'impedenza del circuito secondario, rendendo cioè sempre più gravosa la prestazione del riduttore.

Correlativamente, per un riduttore di tensione la prestazione potrà variare da zero (secondario in circuito aperto) a infinito (secondario in corto circuito, caso limite praticamente inammissibile); mentre il *carico*, negli impianti industriali, potrà variare mediamente di $\pm$ 10% intorno al valore normale.

Scopo e classificazione dei metodi di prova.

2. — Lo scopo dei metodi, oggetto della presente nota, è la determinazione sperimentale del *rapporto effettivo* K dei riduttori e del loro *angolo di fase* (ε) per diverse condizioni di *prestazione* e di *carico*.

Detti metodi possono distinguersi in *diretti* e *indiretti* a seconda che i valori cercati risultano direttamente dalla misura o devono essere calcolati in base a rilievi indiretti delle caratteristiche dei riduttori. E' bene notare che per quanto riguarda il rapporto tutti i metodi sono sostanzialmente sempre metodi diretti.

Possono ulteriormente distinguersi in metodi *industriali* o *da laboratorio* a seconda che si valgono di ordinarî strumenti industriali (wattmetri, contatori etc.) oppure di apparecchi da laboratorio (potenziometri, galvanometri etc.). Possono infine essere metodi di *paragone* o *assoluti*, a seconda che richiedano o no un riduttore del tipo di quello in esame e del quale siano noti rapporti ed angoli di fase.

Molti metodi (non tutti) sono correlativi rispetto ai due tipi di riduttori (TA o TV) e per quanto è possibile di tale correlazione si trarrà partito nel seguito per abbreviare l'esposizione.

[1] Si potrebbero considerare sempre positivi gli angoli di anticipo della grandezza secondaria rovesciata rispetto alla primaria tanto nei TA che nei TA. In tal caso la formola (3) dovrebbe scriversi $x = y_V + y_A + 100 (\varepsilon_A - \varepsilon_V)$ tg. φ. I due procedimenti sono ovviamente equivalenti; ma in pratica riesce più intuitivo quello sopra indicato.

[2] H. B. BROOKS (*A. I. E. E.* febbraio 1920) (propone analogamente di chiamare *burden* quanto io definisco prestazione; riservando la parola *load* al carico dipendente dall'entità della grandezza secondaria.

A. — METODI DIRETTI.

Metodi assoluti, industriali.

3. — Si prescinde qui naturalmente dal metodo intuitivo, basato sull'impiego di due amperometri o di due voltmetri, perchè di approssimazione del tutto insufficiente ed atto tutt'al più a rivelare un errore grossolano nei dati di targa, e perchè in ogni caso serve solo per il rapporto.

Il prototipo dei metodi industriali assoluti è quello basato sull'impiego di *due Wattmetri* (elettrodinamici, di precisione) inseriti rispettivamente sul primario e sul secondario del riduttore in prova, secondo gli schemi delle fig. 1 e 2 che si riferiscono rispettivamente

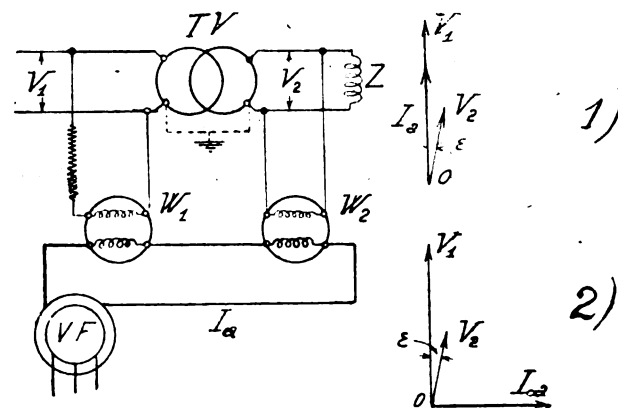



Fig. 1.

ai riduttori di tensione e a quelli di corrente. In questa, come nelle figure seguenti, lo schema si limita agli apparecchi essenziali, fondamentali del metodo; non sono cioè indicati gli apparecchi o strumenti accessorî come interruttori, reostati di regolazione, voltmetri ed amperometri pel controllo delle tensioni e correnti in giuoco etc. etc. Con Z si indica sempre il complesso degli apparecchi corrispondenti alla

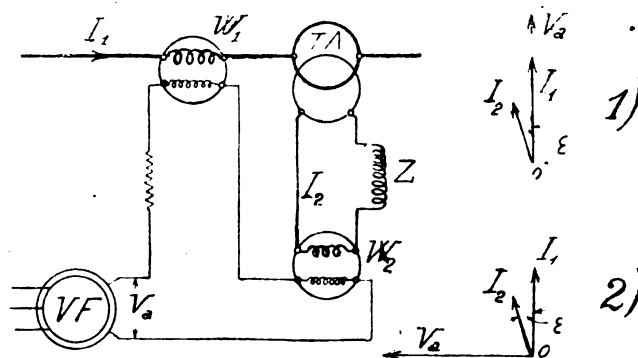



Fig. 2.

prestazione normale del riduttore in prova; complesso che può essere sostituito da una impedenza equivalente.

Il procedimento è quasi intuitivo ed i metodi per i due tipi di riduttori sono perfettamente correlativi. Dato alla grandezza primaria (I_1 o V_1) il valore voluto, in un primo tempo, mediante il variatore di fase VF, si porta la grandezza ausiliaria (la tensione V_a nel caso di TA, la corrente I_a nel caso di TV) in fase con la grandezza primaria. In altre parole si porta il Wattmetro W_1 a dare la massima indicazione. Allora se W_1 e W_2 sono le potenze indicate dai due Wattmetri si ha

$$W_1 = V_a I_1 \text{ (oppure } I_a V_1) \quad W_2 = V_a I_2 \cos \varepsilon \backsimeq V_a I_2 \text{ (oppure } I_a V_2)$$

e quindi:

$$K = \frac{W_1}{W_2}$$

e, per l'errore % di rapporto:

$$y = 100 \frac{K_n - K}{K_n} = 100 - \frac{100 W_1}{W_2 K_n} \quad (4)$$ [3]

[3] L'errore commesso ponendo cos $\varepsilon = 1$ è del tutto trascurebile dato che i valori di ε si aggirano intorno al grado. Se anche fosse $\varepsilon = 2° = 0{,}035$, risulterebbe cos $\varepsilon = 0{,}9994$ cosicchè l'errore nel rapporto sarebbe del 0,6 per mille. Appaiono quindi inutili le complicazioni formali introdotte da taluni autori per tenere esatto conto di cos ε, tanto più che quando eccezionalmente se ne dia il caso, la correzione dei risultati è intuitiva e facilissima.

In un secondo tempo si porta la grandezza ausiliaria in quadratura con la primaria, ossia si riduce a zero il Wattmetro W_1. Detta $W'_2 = V_a I_2$ *sen* ε la nuova indicazione del Wattmetro W_2 si ha

$$\text{sen}\ \varepsilon \backsimeq \varepsilon = \frac{W'_2}{W_2} \tag{5}$$

Se si ha avuto cura di portarsi in quadratura sfasando in ogni caso in ritardo la corrente rispetto alla tensione, il segno di W'_2 coincide col segno dell'angolo di fase sopra definitito.

La condizione migliore per l'applicazione di questo metodo ai riduttori di corrente (TA) si ha quando si disponga di due Wattmetri le cui portate ampermetriche stieno fra loro nel rapporto K_n del riduttore in prova. Così per un riduttore 100/5 A, se si usano due wattmetri dello stesso tipo, ma uno per 100, l'altro per 5 Amp., è chiaro che, nella prima fase le letture *in divisioni* δ_1 e δ_2 fatte sui due wattmetri coinciderebbero, qualora il trasformatore in prova avesse esattamente il rapporto K_n. Regolando il valore della tensione ausiliaria in modo da leggere $\delta_2 = 100$, la differenza $100 - \delta_1$ darà direttamente l'errore % di rapporto, e la lettura δ'_2, nella seconda fase, darà direttamente 100 *sen* $\varepsilon = 100\,\varepsilon$.

Nel caso dei TV è facile mettersi in tali migliori condizioni usando due wattmetri di ugual portata ampermetrica e regolando le resistenze addizionali dei circuiti voltmetrici in modo che le portate voltmetriche dei due wattmetri risultino fra loro nel rapporto K_n.

Con tutto ciò l'approssimazione del metodo è assai scarsa: gli errori proprî dei Wattmetri, di cui è necessario tener conto scrupolosamente, sono spesso più grandi degli errori di rapporto che si vogliono determinare, e, nella seconda fase, la lettura W'_2 si riduce spesso a pochi decimi di divisione. Nel caso dei TV, usando due wattmetri uguali, come si è testè detto, si ha il vantaggio di poter eliminare gli errori proprî dei due strumenti facendo una seconda lettura scambiandoli di posto. Ad ogni modo riferendosi alle condizioni medie di un TA che abbia un errore di rapporto y dell'1% a 1/5 del suo carico ed un angolo di fase di 0,01 $\backsimeq$ 34' a pieno carico; ammesso pure mediamente che gli errori di lettura e accidentali non superino il decimo di divisione è facile calcolare che l'errore commesso tanto nella misura di y che in quella di ε potrà giungere al 20%. Trattandosi di una determinazione di errori, questa approssimazione può essere in parecchi casi pratici, sufficiente; ma, comunque, il metodo rimane un po' grossolano. Si deve inoltre tener conto che la misura dell'angolo di fase può essere falsata dagli eventuali errori di fase dei Wattmetri: dei circuiti ampermetrici nel caso dei TA, dei circuiti voltmetrici nel caso dei TV.

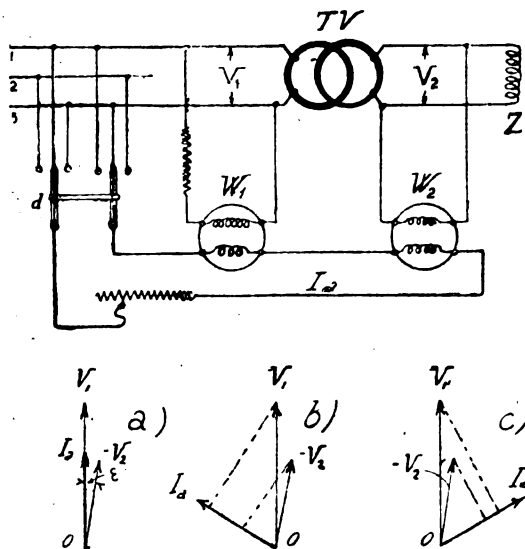



Fig. 3.

Infine l'impedenza propria del Wattmetro non è in generale trascurabile. Di essa si dovrà anzi tener sempre conto, variando in modo complementare l'impedenza Z che rappresenta la prestazione dei riduttori. Ma è intuitivo che, comunque, la prestazione minima a cui si potranno provare i riduttori sarà rappresentata dall'impedenza della bobina ampermetrica del Wattmetro W_2 nel caso di TA, dall'impedenza del suo circuito voltmetrico nel caso di TV. Ora, spesso, l'impedenza della bobina ampermetrica di un Wattmetro di precisione costituisce una prestazione superiore a quella a cui il riduttore è destinato, cosicchè gli errori determinati saranno maggiori di quelli che interessano. Come caso limite non sarà mai possibile provare i riduttori nella condizione di prestazione nulla (TA in corto circuito, TV in circuito aperto) che pure può talvolta interessare.

4. — In vari modi è possibile applicare il metodo dei *due Wattmetri* sopra ricordato, *senza variatore di fase*, aumentando così il carattere industriale del procedimento. Per esempio, se si dispone di un *sistema bifase* si può alimentare il circuito ausiliario dei wattmetri alternativamente con le due tensioni di fase, disponendo le cose in modo che, nel primo tempo, la grandezza ausiliaria risulti presso a poco in fase, con la grandezza primaria. Così nel caso che TV è facile nel 1° tempo derivare attraverso resistenze ohmiche, la corrente I_a dalla fase che da direttamente o indirettamente la tensione V_1.

Anche con un *sistema trifase* non è difficile procurarsi due tensioni in quadratura (una tensione di fase e la concatenata fra le altre due), ma si può risolvere più facilmente il problema col *metodo delle tre letture o delle tre proiezioni*. La fig. 3 dà lo schema per il caso dei riduttori di tensione; il metodo pei TA è correlativo. Col deviatore d nella posizione mediana la corrente I_a risulta praticamente in fase colla V_1; con d a sinistra la I_a sarà spostata di 60° in avanzo, con d a destra risulterà spostata di 60° in ritardo. Leggendo i due wattmetri nelle 3 posizioni si calcolano i tre rapporti

$$\begin{aligned} a &= \frac{W_1}{W_2} = \frac{V_1 I_a}{V_2 I_a \cos\varepsilon} \backsimeq \frac{V_1}{V_2} = K \\ b &= \frac{W_1}{W_2} = \frac{V_1 I_a \cos 60^\circ}{V_2 I_a \cos(60+\varepsilon)} = K \frac{\cos 60}{\cos(60^\circ-\varepsilon)} \\ c &= \frac{W_1}{W_2} = \frac{V_1 I_a \cos 60^\circ}{V_2 I_a \cos(60^\circ-\varepsilon)} = K \frac{\cos 60^\circ}{\cos(60^\circ+\varepsilon)} \end{aligned} \tag{6}$$

da cui si ricava

$$\text{sen}\ \varepsilon \backsimeq \varepsilon = \frac{b-c}{2\sqrt{3}\,a} \tag{7}$$

Per maggiori particolari e per le eventuali correzioni per tener conto delle non perfette relazioni di fase rinvio il lettore ad una mia precedente nota (*L'Elettrotecnica*, 15 Settembre 1915, pag. 594). Naturalmente l'approssimazione del metodo è sempre alquanto più scarsa che non coll'uso del variatore di fase.

Metodi industriali di paragone.

5. — Con o senza variatore di fase, i metodi precedenti incontrano una ulteriore limitazione nel valore delle grandezze primarie in giuoco. Riduttori per forti correnti primarie (praticamente oltre i 400 A) non si possono provare coi metodi suesposti per la mancanza di buoni wattmetri che possano portare direttamente simili intensità. Riduttori di tensione per oltre 15 ÷ 20 mila Volt richiedono già parecchie centinaia di migliaia di Ohm di resistenze addizionali: di più è necessario mettere a terra i morsetti corrispondenti dell'alta e della bassa tensione (come è indicato in punteggiato nella fig. 1) e si stabiliscono per conseguenza fra primario e secondario del riduttore in prova delle correnti di capacità che possono dare serie noie.

I metodi stessi danno invece origine a buoni metodi industriali quando si tratti del *confronto di due riduttori dello stesso tipo*, di uno dei quali già si conoscano esattamente gli errori. Questi metodi di paragone hanno grande importanza sia per la taratura dei riduttori presso il costruttore, sia per le società esercenti che hanno molti riduttori analoghi distribuiti sulle reti e che devono, o dovrebbero, procedere sistematicamente alla loro revisione.

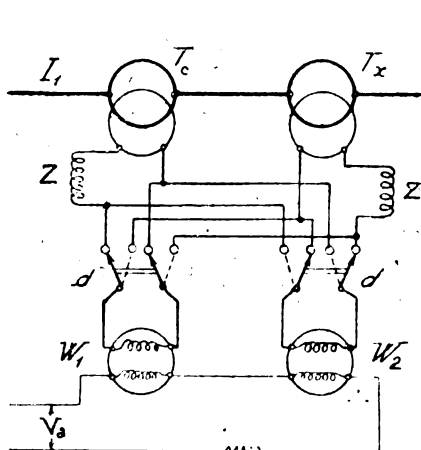
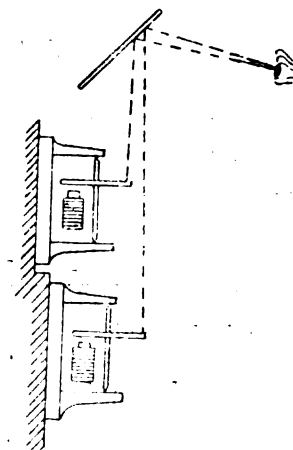



Fig. 4. Fig. 5.

Il metodo dei *due Wattmetri* si presenta allora secondo lo schema della fig. 4 relativa ai conduttori di corrente. Per i riduttori di tensione schema e procedimento sono del tutto correlativi. Le formule

rimangono quelle (4) e (5) già indicate; solo esse danno rispettivamente le differenze

$$\Delta y = y_x - y_c \qquad \Delta \varepsilon = \varepsilon_x - \varepsilon_c$$

fra gli errori di rapporto e gli angoli di fase del riduttore ignoto (x) in prova e le grandezze corrispondenti del riduttore campione (c). Anche l'approssimazione rimane la stessa, limitata, ma si ha il vantaggio di poter usare sempre due wattmetri uguali e di poter eliminare quindi gli errori proprî dei wattmetri, eseguendo una doppia lettura a wattmetri scambiati, mediante i deviatori *d d* che conviene all'uopo predisporre.

6. — Ma un primo, notevolissimo vantaggio si può avere sostituendo *due contatori* ai due wattmetri. Lo schema rimane ancora sostanzialmente quella della fig. 4 intendendo che W_1 e W_2 rappresentino ora due contatori uguali, (del tipo comune, a induzione). Solo converrà alimentare i due circuiti voltmetrici in parallelo sulla tensione ausiliaria V_a anzichè in serie. Nel *primo tempo* (misura del rapporto) con la grandezza ausiliaria (V_a) presso a poco in fase colla primaria(I_1) (contatori alla loro massima velocità) si determinano le velocità angolari ω_1 ed ω_2 (giri al secondo) dei due contatori; poi, scambiati i contatori rispetto ai riduttori, portando i deviatori *d* nella posizione indicata con linee punteggiate, si eseguisce nelle stesse condizioni di carico una seconda determinazione della velocità ω'_1 e ω'_2. Detti K_c e K_x i rapporti dei due riduttori e C_1 e C_2 le costanti, ignote, dei due contatori si ha ovviamente,

$$\omega_1 = \frac{V_a I_1}{K_c C_1} \qquad \omega'_1 = \frac{V_a I_1}{K_x C_1} \cos \varepsilon \backsimeq \frac{V_a I_1}{K_x C_1}$$

$$(8) \qquad \omega_2 = \frac{V_a I_1}{K_x C_2} \cos \varepsilon \backsimeq \frac{V_a I_1}{K_x C_2} \qquad \omega'_2 = \frac{V_a I_1}{K_c C_2}$$

$$\frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{K_x C_2}{K_c C_1} = a \qquad \frac{\omega'_2}{\omega'_1} = \frac{K_x C_1}{K_c C_2} = b$$

e quindi

$$(9) \qquad K_x = K_c \sqrt{ab} = m K_c$$

In un *secondo tempo* (per il confronto degli angoli di fase) si porta la grandezza ausiliaria quasi in quadratura con la primaria, in modo che i contatori girino assai lentamente, e si fanno ancora due determinazioni delle nuove velocità angolari (ω_1 e ω_2, poi ω'_1 e ω'_2). Se l'angolo φ fra corrente e tensione è prossimo a 90°, posto $\varphi = 90° - \theta$ si può porre anche, essendo θ un angolo molto piccolo, $\cos \varphi = \text{sen}\ \theta = \theta$ talchè i valori delle velocità angolari determinate risultano in modo generico espresse da

$$\omega = \frac{V_a I_1}{K C} (\theta + \varepsilon + \eta)$$

dove η è l'angolo, sempre piccolo, corrispondente all'eventuale errore di fase proprio dal contatore considerato. Per la semplice applicazione del metodo è necessario che tali angoli η non solo siano assai piccoli, ma sopratutto che siano uguali per i due contatori. Ora questa condizione è assai facile da realizzare; basta, con una prova preliminare, messi i due contatori sotto lo stesso carico a $\cos \varphi$ variabile regolarne l'errore di fase in modo che entrambi si fermino per lo stesso valore di $\cos \varphi$. Ritenuto pertanto che gli angoli di fase η dei due contatori siano uguali, porremo per brevità $\theta + \eta = \beta$ e potremo scrivere i valori delle 4 velocità angolari determinate, come segue:

$$\omega_1 = \frac{V_a I_1}{K_c C_1} (\beta + \varepsilon_c) \qquad \omega'_1 = \frac{V_a I_1}{K_x C_1} (\beta + \varepsilon_x)$$

$$\omega_2 = \frac{V_a I_1}{K_x C_2} (\beta + \varepsilon_x) \qquad \omega'_2 = \frac{V_a I_1}{K_c C_2} (\beta + \varepsilon_c)$$

Effettuando la differenza

$$(10) \qquad \Delta = (\omega_2 + \omega'_1) - (\omega_1 + \omega'_2)$$

si ha, sostituendo e trasformando

$$\Delta = V_a I_1 \frac{C_1 + C_2}{C_1 C_2} \left[\beta \left(\frac{I}{K_x} - \frac{I}{K_c} \right) + \frac{\varepsilon_x}{K_x} - \frac{\varepsilon_c}{K_c} \right]$$

da cui, ricordando che $K_x = m K_c$, si ha, sostituendo e risolvendo:

$$(11) \qquad \varepsilon_x - m \varepsilon_c = \frac{m K_c}{V_a I_1} \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2} \Delta - \beta (1 - m)$$

Da queste formule (9) e (11) affatto generali, appare la possibilità di confrontare con questo metodo riduttori di rapporto nominale anche notevolmente differente; ma è ovvio che le condizioni migliori si avranno confrontando riduttori di ugual rapporto nominale, per modo che *m* risulti sempre di pochi per cento differente dall'unità. Bisogna infatti tener presente che se i rapporti dei due riduttori fossero sensibilmente diversi potrebbe accadere, nella misura del rapporto che, nei due tempi, lo stesso contatore trovandosi a lavorare in condizioni notevolmente diverse di carico mutasse leggermente il valore della sua costante cosicchè nella (9) dovrebbe introdursi un fattore di correzione. Se invece i rapporti dei due riduttori in confronto differiscono di pochi percento ($m \backsimeq 1$), la formula (9) può applicarsi senz'altro; e la (11) potrà semplificarsi sensibilmente. Poichè infatti le costanti C_1 e C_2 non saranno molto diverse si può porre $\frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2} \backsimeq \frac{C}{2}$ (dove C è la media delle due costanti) e poichè β è sempre assai piccolo, si può scrivere, più semplicemente e con sufficiente approssimazione pratica

$$(12) \qquad \varepsilon_x = m \left[\varepsilon_c + \frac{K_c\ C}{V_a I_1} \frac{\Delta}{2} \right]$$

7. — I vantaggi di questo metodo dei due contatori rispetto a quello dei due Wattmetri sono notevolissimi. In primo luogo non è necessario che nei due tempi la grandezza ausiliaria sia esattamente in fase o in quadratura con la grandezza primaria. Nel primo tempo basta infatti che lo spostamento di fase sia abbastanza piccolo perchè non siano sensibili gli errori di fase (praticamente ancora con $\cos \varphi = 0{,}85$ si avrebbero ottimi risultati) e nella 2ª fase l'angolo θ può essere anche di $2 \div 3$ gradi senza inconvenienti. Con ciò il variatore di fase può essere eliminato sostituendolo con uno degli altri artifici già indicati per ottenere due tensioni presso a poco in quadratura. Chè se si dispone invece del variatore il metodo può essere notevolmente semplificato, per la misura degli angoli di fase, facendo in modo da ottenere $\omega_1 = \omega'_2 = 0$. Non si avranno così da misurare che le due velocità ω_2 e ω'_1 avendosi semplicemente $\Delta = \omega_2 + \omega'_1$ e quindi

$$(13) \qquad \varepsilon_x = m\ \varepsilon_c + \frac{\omega_2 + \omega'_1}{2} C \frac{K_x}{V_a I_1}$$

Ma, sopratutto, la superiorità del metodo sta nella assai maggiore approssimazione che esso può consentire. Teoricamente infatti, se le condizioni di esperienza (tensione, corrente, frequenza) permanessero veramente costanti, l'errore di misura potrebbe essere ridotto comunque piccolo aumentando la durata delle esperienze stesse; ossia prolungando i tempi per cui si contano i giri dei contatori. Praticamente infatti gli errori di lettura si riducono a quelli commessi nella misura dei tempi t_1 e t_2. Evidentemente, usando uno stesso conta-secondi — con che si eliminano gli errori sistematici — tali errori sono inversamente proporzionali a t. Contando su un errore assoluto di 2/5 di secondo per l'avviamento e l'arresto del contasecondi, già con esperienze della durata di un minuto l'errore di lettura si riduce a $\frac{2}{300} = 0.66\%$. Poichè in ogni fase si fanno quattro misure di tempi, nella peggiore ipotesi l'errore potrebbe essere del 2,8%, ciò che può ritenersi assolutamente trascurabile in una determinazione di errori.

Nella misura degli angoli di fase le velocità angolari possono essere piccolissime e l'esperienza potrebbe richiedere quindi un tempo assai lungo. Riesce però facile aumentare artificialmente tale velocità shuntando i magneti di freno dei contatori.

8. — Una *variante* assai elegante *del metodo dei due contatori* consiste nel regolare preventivamente i due contatori in modo che, in identiche condizioni, le loro velocità angolari differiscano un pochino, in modo che uno di essi guadagni un giro sull'altro in un tempo nettamente misurabile: per esempio che un contatore faccia 51 giri mentre l'altro ne fa 50. Disponendo i due contatori l'uno sopra l'altro e osservandoli mediante uno specchio a 45°, come indica la fig. 5, si possono vedere i lembi dei due dischi l'uno vicino all'altro e riesce facile contare i giri *g* che deve fare uno dei contatori perchè l'altro giunga a guadagnare od a perdere un giro.

Procedendo allora come già si è detto, *per la misura degli errori di rapporto*, basterà contare, nei due tempi della prova, questo numero *g*, sempre per il contatore alimentato dal riduttore incognito, che supponiamo sia W_2 nel primo tempo e W_1 nel secondo. Avremo così nel primo tempo

$$\omega_2 = \frac{g_1}{t_1} \qquad \omega_1 = \frac{g_1 \pm 1}{t_1} \qquad a = \frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{g_1 \pm 1}{g_1}$$

e, analogamente, nel secondo tempo:

$$\omega'_1 = \frac{g_2}{t_2} \qquad \omega'_2 = \frac{g_2 \pm 1}{t_2} \qquad b = \frac{\omega'_2}{\omega'_1} = \frac{g_2 \pm 1}{g_2}$$

cosicchè:

$$\frac{K_x}{K_c} = \sqrt{a\ b} = \sqrt{\left(1 \pm \frac{1}{g_1}\right)\left(1 \pm \frac{1}{g_2}\right)} \backsimeq 1 \pm \frac{1}{g_1} \pm \frac{1}{g_2}$$

e, finalmente, la differenza fra gli errori percentuali di rapporto dei due riduttori sarà espressa da:

$$(14) \qquad \Delta\ y\ \% = \frac{K_x - K_c}{K_c} 100 = 50 \left(\pm \frac{1}{2 g_1} \pm \frac{1}{2 g_2} \right)$$

Per la misura degli *angoli di fase* basterà invece misurare i tempi t_1 e t_2 necessarî perchè nelle due fasi dell'esperienza un contatore guadagni un giro all'altro. Sarà infatti usando le stesse notazioni:

$$\Delta = (\omega_2 + \omega'_1) - (\omega_1 + \omega'_2) = \frac{g_1}{t_1} + \frac{g_2}{t_2} - \left(\frac{g_1 \pm 1}{t_1} + \frac{g_2 \pm 1}{t_2}\right) = -\left(\pm \frac{1}{t_1} \pm \frac{1}{t_2}\right)$$

e quindi:

$$s_x = m\, s_c - \left(\pm \frac{1}{t_1} \pm \frac{1}{t_2}\right) \frac{C K_x}{2 V_a I_1} \qquad (15)$$

Anche con questa variante l'approssimazione cresce colla durata delle singole esperienze. E se la differenza di velocità dei due contatori è notevole, ossia se g o t risultano piccoli, sarà necessario contare il numero di giri, o contare il tempo necessario perchè un contatore guadagni o perda sull'altro non uno ma n giri, dividendo poi naturalmente per n il numero di giri o di secondi misurati.

In pratica ogni esperienza dovrà almeno durare un minuto.

9. — I metodi descritti pel *confronto di due riduttori analoghi*, danno origine, secondo procedimenti genericamente noti, a *due categorie di metodi differenziali* a seconda che si differenzino le cause o gli effetti.

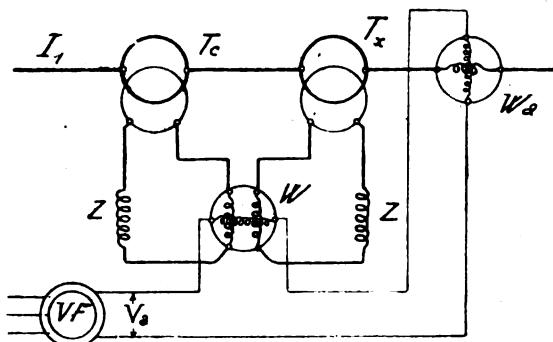



Fig. 6.

Rifacendoci al metodo dei due wattmetri è chiaro infatti che ai due wattmetri si potrà sostituire uno speciale strumento differenziale. La fig. 6, mostra lo schema sempre per il caso dei riduttori di corrente; ma il procedimento è del tutto correlativo per i *TV*. Anzichè un wattmetro speciale si può usare per W un ordinario wattmetro di precisione Siemens o Hartmann e Braun utilizzando le due metà in cui è divisa la bobina amperometrica. Il Wattmetro ausiliario W_a serve per portare la tensione ausiliaria V_a, mediante il variatore di fase, una volta in fase ed una volta in quadratura con la I_1, e per leggere direttamente, nel primo caso, il valore $V_a\, I_1$. Dette W_1 e W_2 le letture eseguite nei due tempi sul wattmetro differenziale W sarà ovviamente

$$W_1 = V_a I_1 \left(\frac{1}{K_x} - \frac{1}{K_c}\right)$$
$$W_2 = V_a I_1 \left(\frac{\text{sen}\ s_x}{K_x} - \frac{\text{sen}\ s_c}{K_c}\right) \qquad (16)$$

da cui si ricava, considerando che nella seconda misura si può porre $K_x = K_c$

$$y_x - y_c = \frac{K_c - K_x}{K_c} = W_1 \frac{K_c}{V_a I_1}$$
$$s_x - s_c = W_2 \frac{K_c}{V_a I_1} \qquad (17)$$

A parte la maggior rapidità del procedimento è chiaro che questo metodo non presenta sensibile superiorità su quello dei due wattmetri. Anche qui infatti bisogna preoccuparsi di una eventuale differenza delle costanti elettrodinamiche dei due elementi del wattmetro differenziale: anche qui l'approssimazione è limitatissima riducendosi spesso le letture W_1 e W_2 a pochi decimi di divisione. Infine anche con questo metodo, come in tutti i precedenti, la prestazione minima a cui si possono provare i riduttori è data dall'impedenza dei circuiti dei wattmetri o dei contatori interessati.

10. — Un vero progresso si ha invece *differenziando le cause anzichè gli effetti*, ossia differenziando le correnti secondarie (nel caso dei *TA*) o le tensioni secondarie (nel caso dei *TV*) prima di farle agire sullo strumento indicatore.

Le figure 7 e 8 mostrano lo schema generale del metodo rispettivamente per i due tipi di riduttori. Nel caso dei *TA* (fig. 7) i due secondari sono collegati in serie. Se le correnti secondarie I_{2x} e I_{2c} dei due riduttori *fossero identiche in valore e fase*, fra i punti a e b non esisterebbe alcuna d. d. p. Ciò non essendo, inserendo fra a e b la bobina ampermetrica di un Wattmetro di impedenza trascurabile, essa sarà percorsa dalla differenza geometrica $I_{2x} - I_{2c}$ delle due correnti.

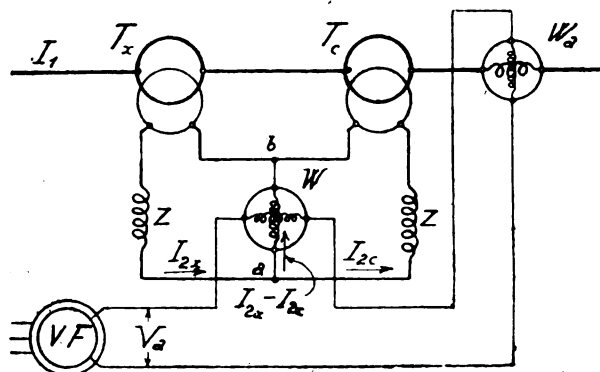



Fig. 7.

Alimentando il circuito voltmetrico di tale Wattmetro W con una tensione ausiliaria V_a una volta in fase, ed una volta in quadratura con la I_1 le indicazioni W_1 e W_2 del wattmetro stesso saranno ancora quelle della formula (16) cosicchè i risultati cercati ci saranno dati dalle (17).

Le formule stesse valgono naturalmente pel caso di *TV*. Qui (fig. 8) i due secondarî dei due riduttori alimentano rispettivamente il proprio carico, e sul circuito voltmetrico del wattmetro W agisce la differenza geometrica $V_{2x} - V_{2c}$. Sarà qui la corrente I_a che dovrà essere portata una volta in fase ed una volta in quadratura colla V_1. A differenza dei casi precedenti il Wattmetro ausiliario che serve a determinare tali relazioni di fase è quì indicato sul secondario del riduttore campione. Il suo circuito voltmetrico concorre cioè a formare la prestazione del riduttore campione. Tale variante può naturalmente introdursi anche negli schemi precedenti.

Per l'esattezza di questi metodi dovrebbe l'impedenza Z_a del circuito ampermetrico del Wattmetro W essere nulla nel caso dei riduttori di corrente, e, correlativamente, nel caso dei *TV*, l'impedenza Z_v del circuito voltometrico di W essere infinita. Ciò non essendo, avremo in entrambi i casi un'errore sistematico. L'entità di tale errore è approssimatamente espressa, nel caso del riduttore di corrente da:

$$\frac{I_{2x} - I_{2c}}{I_{2c}} \cdot \frac{Z_A}{Z} \qquad (18)$$

e correlativamente, nel caso dei riduttori di tensione da:

$$\frac{V_{2x} - V_{2c}}{V_{2c}} \cdot \frac{Z}{Z_v} \qquad (19)$$

Il primo fattore in entrambi i casi è dell'ordine di pochi centesimi (non si dimentichi che si confrontano riduttori simili). Con ciò se il wattmetro W fosse di portata corrispondente alla grandezza secondaria del riduttore in esame risulterebbe $\frac{Z_A}{Z} \backsim \frac{Z}{Z_v} \backsim 1$ e l'errore sistematico sarebbe del tutto trascurabile in una siffatta misura. Ma in tal caso non si avrebbe alcun guadagno, rispetto ai metodi precedenti,

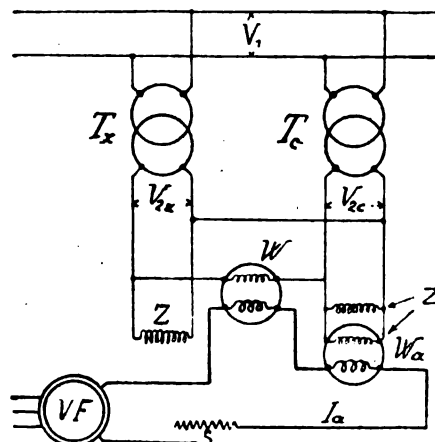



Fig. 8.

nei riguardi della sensibilità. E' appunto nella possibilità di usare un wattmetro di portata (ampermetrica o voltmetrica) ridotta che risiede il vantaggio di questi metodi differenziali. Si aumenta con ciò

l'errore sistematico; ma si aumenta notevolmente la sensibilità altrimenti sempre deficiente. Così, per fare un esempio, riferiamoci al caso di due riduttori di tensione con secondario per 100 Volt che debbano lavorare con una prestazione piccola, di 3000 Ω. Usiamo per V un ordinario Wattmetro per 30 Volt ($Z_v = 1000$ Ω). Suppongasi una differenza fra i rapporti dei due riduttori in esame di 1%, ossia $V_{2x} - V_{2c} = 1$ Volt. L'errore sistematico sarà di

$$\frac{1}{100}\ \frac{3000}{1000} = 0{,}03 = 3\ \%$$

ma si leggeranno nella prima misura 5 divisioni, con un errore relativo di lettura del 2% secondo le ipotesi prima fatte. Per l'angolo di fase, sempre colle ipotesi stesse l'errore di lettura sarebbe pure ridotto al 2%. Come si vede sommando anche, per porsi nella peggiore condizione, l'errore sistematico con quello occasionale si giunge ad un errore complessivo che è sempre assai minore che non nei metodi di confronto precedentemente descritti. Solo il metodo dei due contatori, in buone condizioni, può dare risultati equivalenti.

Infine con questi metodi differenziali si possono provare i riduttori pressochè in condizioni di prestazione nulla eliminando nei due schemi le impedenze Z rispettivamente in serie o in derivazione. Così nell'esempio precedente a piena tensione (100 Volt sul secondario) il carico in Voltampere su ciascun riduttore sarà di $100 \times \frac{1}{1000} = \frac{1}{10}\ VA$ mentre il carico normale di un mediocre riduttore di tensione può sempre essere di 15 ÷ 30 VA.

Metodi di laboratorio, assoluti.

11. — Sono sostanzialmente tutti metodi di opposizione. Si oppone cioè la grandezza secondaria (od una grandezza ad essa proporzionale) ad una frazione della corrispondente grandezza primaria. Dato però che la grandezza secondaria forma sempre il piccolo angolo ε colla primaria rovesciata, l'opposizione non potrà mai essere perfetta e si potranno avere quindi due categorie di metodi: *i metodi di proiezione* in cui si determina in un modo o nell'altro tale spostamento ε, ed i metodi di *riduzione a zero* o di *compensazione* propriamente detti, nei quali si compensa con qualche artificio detto spostamento.

a) *Metodi di proiezione.* — La fig. 9 dà lo schema fondamentale per i riduttori di tensione. In essa W potrebbe ancora essere un wattmetro di portata voltmetrica ridotta, ma sarà in generale, per ragioni

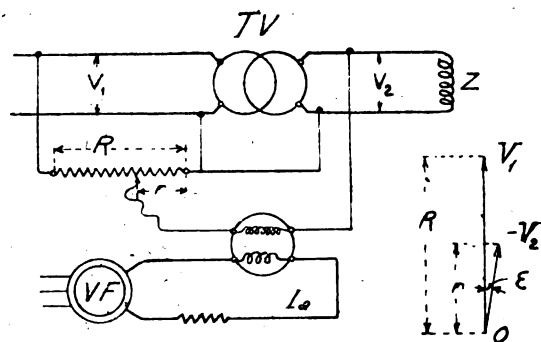



Fig. 9.

di sensibilità, un elettrodinamometro a riflessione. Portata la corrente ausiliaria I_a (che sarà in generale la corrente di eccitazione che percorre la bobina fissa) in fase con la tensione primaria V_1 si varia la resistenza r fino a ridurre a zero lo strumento. Sarà allora, ovviamente

$$(20) \qquad \frac{V_1}{V_2 \cos \varepsilon} = \frac{R}{r} \backsimeq K$$

Raggiunta tale condizione di equilibrio, se si porta la I_a in quadratura con la V_1 si avrà nell'istrumento una deviazione δ che sarà proporzionale a sen ε. Tarando pertanto l'apparecchio in quelle particolari condizioni di circuito, si potrebbe misurare in tal modo sen ε. Ma è preferibile procedere sempre per riduzione a zero, per es., secondo il metodo delle tre proiezioni. Spostando dopo la prima riduzione a zero la I_a una volta di θ in anticipo ed una volta di θ in ritardo e riducendo ogni volta a zero il Wattmetro variando la r, si otterranno due minori valori r_a e r_r legati alle seguenti relazioni:

$$(21) \qquad \frac{V_1 \cos \theta}{V_2 \cos (\theta + \varepsilon)} = \frac{R}{r_a} \qquad \frac{V_1 \cos \theta}{V_1 \cos (\theta - \varepsilon)} = \frac{R}{r_r}$$

da cui, combinando colla (20) si ricava senz'altro:

$$(22) \qquad y = 100\ \frac{r K_0 - R}{r K_0} \qquad \text{sen}\ \varepsilon \backsimeq \varepsilon = \frac{r_r - r_a}{2\ r\ \text{tg}\ \theta}$$

La massima approssimazione si ha per $\theta = 45°$ con che

$$(23) \qquad \text{sen}\ \varepsilon = \frac{r_r - r_a}{2\ r}$$

Con tale metodo la sensibilità dipende dal tipo dello strumento adoperato e, in modo complesso, dalle costanti del circuito; ma può facilmente essere resa elevatissima, esuberante. Il riduttore può provarsi praticamente a vuoto ($Z = \infty$) essendo del tutto trascurabile la corrente sottratta dal circuito di misura.

12. — E' facile vedere l'impossibilità pratica di realizzare, per i riduttori di corrente, un metodo che sia correlativo del precedente. Bisognerebbe perciò mettere in opposizione attraverso un opportuno elettrodinamometro, la corrente secondaria con una frazione della corrente primaria, misurabile con esattezza e praticamente in fase con la primaria. Le difficoltà pratiche di un simile procedimento appaiono insormontabili: perciò si deve girare la situazione mettendo in opposizione delle diff. di potenziale che siano rispettivamente proporzionali ed in fase con I_1 e I_2; in altre parole, ricorrendo a due *shunt*

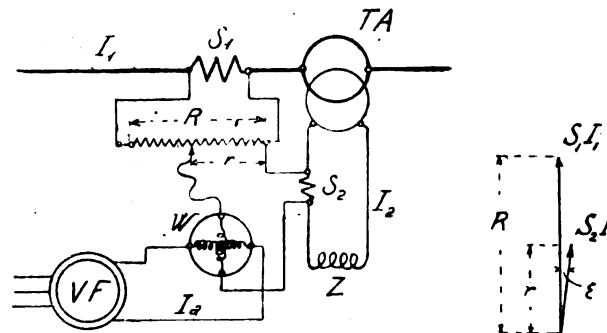



Fig. 10.

di precisione, non induttivi, S_1 e S (fig. 10). Il procedimento rimane del tutto identico al precedente e conduce alle relazioni finali

$$(24) \qquad K = \frac{R}{r}\ \frac{S_2}{S_1} \qquad y = 100\ \frac{r K_0 - R\ S_2/S_1}{r K_0} \qquad \varepsilon \backsimeq \frac{r_a - r_r}{2\ r\ \text{tg}\ \theta}$$

Ma la sensibilità riesce incomparabilmente minore che nel caso dei TV, riducendosi nel rapporto $\frac{I_2 S_2}{V_2}$. E' chiaro infatti che non si possono usare shunt S_2 di resistenza troppo forte (oltre 1/20 di Ohm per riduttori da 5 A secondari) per non aumentare troppo la prestazione del riduttore in prova. Naturalmente, per la validità delle formule soprascritte deve essere sempre trascurabile la frazione di corrente primaria derivata attraverso la R. In altre parole dovrà essere almeno $R = 1000\ S_1$. Anche la costruzione di shunt assolutamente non induttivi non è senza difficoltà specie se per notevoli portate.

13. — *b.) Metodi di riduzione a zero propriamente detti* (di compensazione). — Derivano dai metodi precedenti e consistono nell'introdurre nel circuito di opposizione una f. e. m. o una d. d. p. in quadratura colla grandezza primaria (V_1 o I_1) la quale compensi la V_2 sen ε (o I_2 sen ε) che agisce in tale circuito quando già si

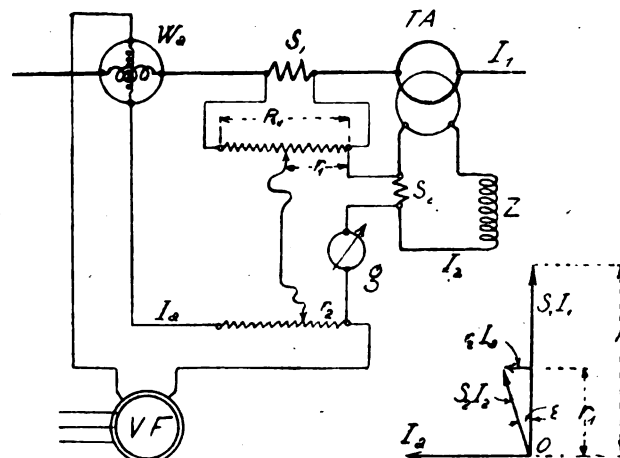



Fig. 11.

sono realizzate le condizioni di equilibrio sopra indicate. In tal modo nel circuito di opposizione non circolerà più nessuna corrente, e il metodo sarà pertanto basato sopra uno strumento *indicatore di corrente nulla.* Rinviando per maggiori particolari alla bibliografia, basterà

quì ricordare che, se si potesse operare con frequenze telefoniche il miglior indicatore di zero sarebbe il telefono. Con frequenza industriale la scelta può cadere su:

un *galvanometro a vibrazione,*

un *galvanometro a c. c.* alimentato attraverso un *commutatore sincrono,*

un *elettrodinamometro* a sospensione in cui si possa variare a piacere la fase della corrente di eccitazione.

Qualunque sia l'apparecchio usato esso sarà sempre indicato con g negli schemi seguenti.

Quanto ai modi di introdurre in circuito la piccola tensione necessaria a compensare la V_2 sen ε (o I_2 sen ε) essi possono essere assai diversi: donde anche la grande varietà dei metodi via via proposti. Nel seguito daremo lo schema fondamentale delle varie categorie di artifici proposti.

14. — Si può in primo luogo *ricorrere ad una tensione ausiliaria,* secondo lo schema generico della fig. 11, relativa ad un riduttore di corrente. Mediante il variatore di fase VF, manovrandolo in modo da ridurre a zero il Wattmetro ausiliario W_n si ottiene che la corrente I_n sia in quadratura con la I_1. Con ciò la d. d. p. regolabile $r_2\, I_n$ agli estremi della r_2 sarà pure in quadratura colla I_1. Ridotto a zero l'indicatore g regolando alternativamente la r_1 e la r_2 sarà evidentemente:

$$\frac{I_1\, S_1}{I_2\, S_2 \cos \varepsilon} = \frac{R}{r_1} \qquad K = \frac{R}{r_1}\,\frac{S_2}{S_1} \cos \varepsilon \simeq \frac{R}{r_1}\,\frac{S_2}{S_1}$$

(25)

$$\text{sen } \varepsilon = \frac{r_2\, I_n}{S_2\, I_2} \simeq \frac{r_2\, I_n}{S_1\, I_1}\,\frac{r_1}{R}$$

Il valore di I_n potrà essere misurato direttamente con un amperometro o dedotto dalla misura della tensione V_n data dal variatore di fase.

Si può invece generare la f. e. m. in quadratura mediante una *mutua induzione regolabile,* secondo lo schema della fig. 12. Per an-

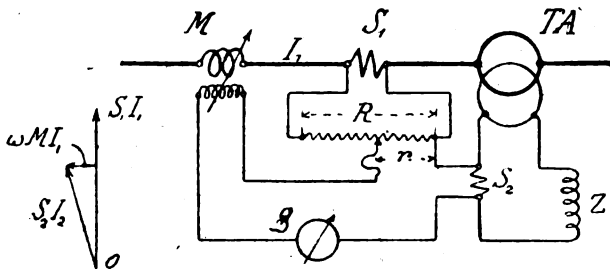



Fig. 12.

nullare ogni corrente nell'indicatore g si dovrà regolare tanto la r quanto il valore M della mutua induzione. Ridotto a zero g sarà come prima, per il rapporto

$$K = \frac{R\, S_2 \cos \varepsilon}{r\, S_1} \simeq \frac{R\, S_2}{r\, S_2}$$

e per la fase:

(26)
$$\text{tg } \varepsilon \simeq \varepsilon = \frac{\omega\, M\, I_1}{\frac{r}{R}\, S_1\, I_1} = \frac{\omega\, M\, R}{r\, S_1}$$

Infine, tenuto presente che l'angolo ε è sempre assai piccolo, si può in qualche modo *sfasare la componente della I_1 che percorre la R* in modo da portarla in fase con la I_2. Per ciò si può per es.

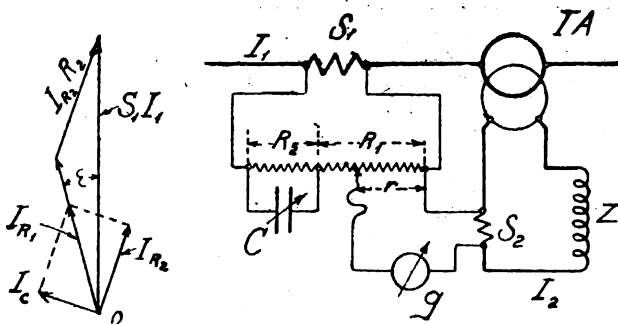



Fig. 13.

far uso di una capacità derivata su una frazione della resistenza R come appare dalla figura 13 che si riferisce al caso ordinario, per i TA, di ε in anticipo. Si riduce a zero l'indicatore g variando la r e la capacità C. Tenuto presente che la reattanza di capacità $\frac{1}{\omega C}$ sarà sempre molto grande rispetto alla R_2 si può ancora ritenere per il rapporto, la solita relazione che assume la forma:

(27)
$$K = \frac{R_1 + R_2}{r}\,\frac{S_2}{S_1}$$

Si ha poi, esattamente:

$$\text{tg } \varepsilon \simeq \varepsilon = \frac{\omega\, C\, R_2^2}{R_2 + R_1\,(1 + \omega^2\, C^2\, R_2^2)}$$

ma poichè $\omega^2\, C^2\, R_2^2$ è sempre trascurabile rispetto all'unità, si può più semplicemente porre

(28)
$$\text{tg } \varepsilon \simeq \varepsilon = \omega\, C\, \frac{R_2^2}{R_2 + R_1}$$

Adottando questa espressione, si potrebbe usare anche una capacità C fissa, regolando invece la R_2; ma riesce più comodo usare una capacità regolabile fissando invece $R \;\; = R_1 = R$. Con ciò si ha più semplicemente

$$K = \frac{2\,R}{r}\,\frac{S_2}{S_1}$$

(29)

$$\text{tg } \varepsilon \simeq \varepsilon = \frac{\omega\, C\, R}{2}$$

Se eccezionalmente (per i TA) l'angolo ε fosse in ritardo, lo schema si modifica facilmente: basta derivare la capacità regolabile C sulla R_1. Le formule rimangono le stesse. Si potrebbe anche in tal caso sostituire alla capacità derivata una induttanza L regolabile in serie con la R e di cui la resistenza ohmica dovrebbe essere computata nel valore della R. In tal caso sarebbe ovviamente

$$\text{tg } \varepsilon \simeq \varepsilon = \frac{\omega\, L}{R}$$

Questi schemi generici possono dar luogo ad una quantità di varianti a seconda del tipo di indicatore di zero adoperato, oppure a seconda della disposizione data alle parti fondamentali. Così per es. con lo schema della fig. 12, la mutua induzione regolabile potrebbe essere inserita sul secondario anzichè sul primario.

15. — Un gruppo di metodi sostanzialmente differenti (per quanto sempre metodi di compensazione) si può derivare dai precedenti *sostituendo delle mutue induttanze agli shunt non induttivi,* secondo lo schema generico della fig. 14. Si oppongono, sostanzialmente, le f. e. m.

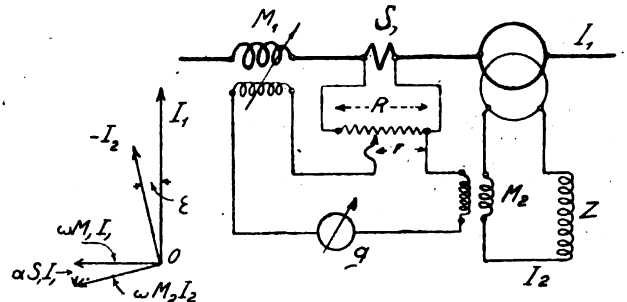



Fig. 14.

indotte nei secondarî delle mutue induzioni M_1 e M_2 (una delle quali variabile con continuità) inserite rispettivamente sul primario e sul secondario. Poichè tali f. e. m. sono normali alle I_1 e I_2 per compensare la componente $\omega\, M_2\, I_2$ sen ε si utilizza una frazione α della caduta di tensione $S_1\, I_1$ agli estremi di uno shunt S_1 inserito sul primario. All'equilibrio sarà evidentemente $\omega\, M_1\, I_1 = \omega\, M_2\, I_2 \cos \varepsilon$ e quindi

$$K = \frac{I_1}{I_2} \simeq \frac{M_2}{M_1}$$

(30) e

$$\text{tg } \varepsilon = \frac{\alpha\, S_1\, I_1}{\omega\, M_1\, I_1} = \frac{r}{R}\,\frac{S_1}{\omega\, M_1}$$

I vantaggi di questo metodo e di quelli che da esso si possono derivare, sono notevoli. In primo luogo si elimina ogni collegamento metallico fra primario e secondario, tagliando così la strada alle correnti di dispersione che danno spesso gravi noie in questi metodi di opposizione. Ma, sopratutto mentre cogli shunt, le d. d. p. in giuoco devono mantenersi nell'ordine di pochi decimi di volt per le ragioni già accennate, qui, sui secondarî delle m. i. si possono avere facilmente tensioni di qualche volt con un conseguente proporzionale aumento della sensibilità. Lo shunt S_1 può essere uno shunt ordinario, perchè uno spostamento di una piccola frazione di grado fra la tensione ai suoi estremi e la corrente che lo percorre, non ha influenza apprezzabile sui risultati del metodo. Per contro la costruzione e la taratura delle m. i. non è scevra di difficoltà e di inconvenienti dovendosi ricorrere a m. i. di tipo astatico per sottrarle alla temibile influenza dei campi esterni.

16. — La deduzione dei metodi corrispondenti per i riduttori di tensione, non ha bisogno di essere particolarmente illustrata. Essi sono tutti assai facilitati, per quanto concerne la sensibilità, dall'elevato valore delle tensioni in giuoco. Per contro la conseguente neces-

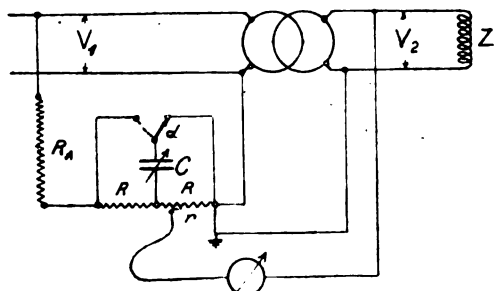



Fig. 15.

sità di un collegamento di sicurezza, a terra, può dar origine a correnti di capacità assai fastidiose. L'impiego delle mutue induzioni non appare quì molto naturale e, tutto sommato, il metodo di compensazione preferibile appare quello della fig. 15 (che corrisponde a quello indicato in fig. 13 per i TA). Ridotto a zero l'indicatore g agendo contemporaneamente sulla r e sulla capacità regolabile C si ha senz'altro

$$K = \frac{R_A + 2\,R}{r}$$

(31)

$$\varepsilon \simeq \mathrm{tg}\,\varepsilon = \omega\, C\, \frac{R^2}{R_A + 2\,R}$$

Col deviatore d come in figura, l'angolo ε sarà un ritardo (ossia sarà da prendersi con segno più, secondo le convenzioni fatte per i TV); qualora l'angolo ε risultasse in avanzo basterà girare verso sinistra il deviatore d. La capacità C e le due resistenze R di cui una fissa e l'altra costruita come potenziometro, costituiscono la parte essenziale, costante, del dispositivo di misura e dovranno poter sopportare ai loro estremi una tensione di 200 Volt circa. La resistenza addizionale R_A varierà a seconda della tensione primaria del riduttore in prova (la secondaria si va standardizzando sui 100 Volt) e potrà essere costituita da un conveniente numero di cassette addizionali per wattmetri. Come del resto diremo più avanti, raramente si ricorre alla prova diretta per tensioni primarie superiori a 10 ÷ 15 kV.

Metodi di paragone, da laboratorio.

17. — Non pare il caso di perdere molte parole per illustrare i metodi da laboratorio che si possono desumere da quanto si è detto sopra, per il caso in cui si tratti di confrontare fra loro riduttori simili.

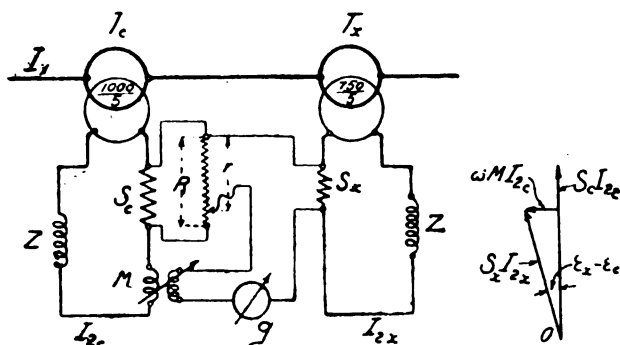



Fig. 16.

Il metodo di paragone è già per sua natura un metodo « secondario », dato che le caratteristiche del riduttore assunto come campione dovranno pur essere determinate una volta tanto, con procedimento assoluto, ed ha perciò minor ragione di essere in un laboratorio. In secondo luogo i metodi di paragone industriali, già descritti, e segnatamente quelli differenziali, consentono un'ottima sensibilità e possono essere sufficienti, nella maggior parte dei casi, a confronti anche di precisione. Tuttavia in qualche caso può essere utile ricorrere anche in laboratorio a metodi di paragone per eliminare gli inconvenienti o le difficoltà presentate dalla prova diretta dei riduttori per alte tensioni o per forti intensità primarie; oppure per il confronto di riduttori di diverso rapporto nominale. Può darsi, per fare un esempio, che si debba provare un riduttore 750/5 A e che si disponga di riduttori « campioni » per 500/5 e per 1000/5 A. In un simile caso i metodi di confronto precedentemente descritti, anche quelli differenziali, non possono consentire una grande precisione e gioverà ricorrere a metodi di laboratorio. Ma nessuna difficoltà particolare si incontrerà nell'adattare al caso speciale uno dei metodi di opposizione o compensazione sopra indicati, chè anzi si verranno a realizzare per essi delle condizioni particolarmente felici. Così, a semplice titolo di esempio, la fig. 16 dà uno schema per il confronto di un riduttore campione 1000/5 A con uno ignoto 750/5 A, derivato dallo schema della fig. 12.

I shunt S_c ed S_x devono essere scelti in modo che $I_{2c} S_c > I_{2x} S_x$ Con ciò si avrà, all'equilibrio

$$\frac{S_x\, I_{2x} \cos(\varepsilon_x - \varepsilon_c)}{S_c\, I_{2c}} = \frac{R}{r} \quad \text{e quindi essendo} \quad \frac{K_c}{K_x} = \frac{I_{2x}}{I_{2c}}$$

$$K_x = K_c\, \frac{R}{r}\, \frac{S_c}{S_x}$$

(32)

$$\varepsilon_x - \varepsilon_c \simeq \mathrm{tg}\,(\varepsilon_x - \varepsilon_c) = \frac{\omega\, M\, I_c}{\frac{r}{R}\, S_c\, I_{2c}} = \frac{\omega\, M\, R}{r\, S_c}$$

Per contro, interessando confrontare con grande precisione due TV di ugual rapporto nominale, per altissima tensione primaria, si potrebbe usare lo schema della fig. 17 che è una derivazione del me-

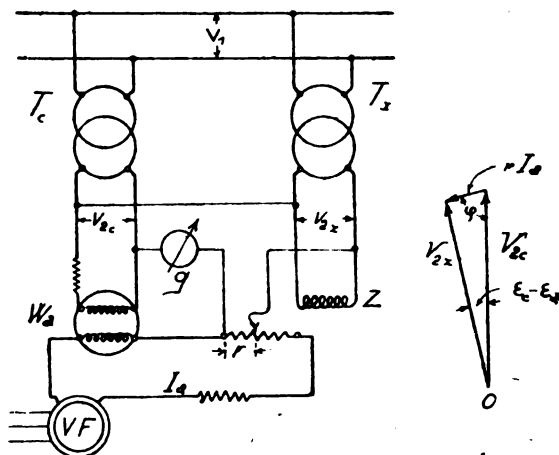



Fig. 17.

todo differenziale indicato in fig. 8 e del metodo di compensazione indicato in fig. 11. Regolando la fase della I_a e il valore della r si ridurrà l'indicatore g a zero. Con ciò rimarrà determinata l'ampiezza $r\,I_a$ del vettore differenza delle tensioni secondarie dei due riduttori. La sua fase (ossia l'angolo φ) essendo sempre prossimo a 90° si potrà dedurre facilmente dalle indicazioni del Wattmetro ausiliario W_a. Tenuto presente che, come sempre, l'angolo $\varepsilon_c - \varepsilon_x$ sarà enormemente più piccolo che non appaia in figura, si potrà ritenere senz'altro

$$V_{2c} - V_{2x} = r\, I_a \cos \varphi$$

(33)

$$\mathrm{tang}\,(\varepsilon_c - \varepsilon_x) = \frac{r\, I_a \,\mathrm{sen}\, \varphi}{V_{2c}}$$

B. — METODI INDIRETTI.

18. — Si è detto che anche i migliori fra i metodi diretti incontrano difficoltà che aumentano rapidamente coll'aumentare del valore della grandezza primaria, cosicchè si può dire che ben pochi laboratori abbiano oggi i mezzi per una seria prova diretta di un riduttore di corrente per qualche migliaio di ampère, o di un riduttore di tensione per più 25 ÷ 30 mila Volt primari. La difficoltà, per lo meno economiche, di procurarsi shunt esatti, non induttivi o delle mutue induzioni per tali intensità, oppure di riunire il sufficiente numero di resistenze addizionali di capacità trascurabile, sono infatti, in molti casi assolutamente insormontabili.

Pei riduttori di corrente si potrebbe ancora procedere per successivi confronti, secondo un metodo del tipo indicato in fig. 16, passando via via da un riduttore ad un altro di portata sempre maggiore, ma col pericolo che i successivi errori possano sommarsi conducendo a risultati finali alquanto incerti. Sorge quindi spontanea l'idea di determinare gli errori di rapporto e gli angoli di fase per via indiretta dato che la teoria generale dei trasformatori ci mostra facilmente il modo di calcolarli quando sian note le caratteristiche elettriche e magnetiche del riduttore in questione. Se non che, passando all'applicazione pratica si vede subito che i procedimenti ordinari per la prova indiretta dei trasformatori industriali, non sono più sufficienti allo scopo.

Per gli ordinari trasformatori di potenza si ammette infatti che il rapporto delle tensioni a vuoto coincida praticamente col rapporto teorico, ossia col rapporto del numero delle spire. In secondo luogo per calcolare la caduta di tensione (la « regolazione » degli inglesi) basta la misura dell'impedenza totale equivalente quale si deduce dalla prova di corto circuito. Con entrambe queste semplificazioni si viene in sostanza a trascurare quella parte della caduta di tensione che ha sede nel solo primario ed è dovuta alla componente di eccitazione: cosa che è perfettamente giustificata data l'entità relativa della grandezza trascurata. La corrente di eccitazione nei trasformatori industriali giunge raramente al 10% della primaria. Ammessa una caduta di tensione complessiva del 3% (1,5% nel primario e 1,5% nel secondario) ed ammesso anche che la caduta di tensione dovuta alla corrente di eccitazione dovesse sommarsi aritmeticamente coll'altra, si viene in sostanza a trascurare il 0,15% sul 3%, ciò che non ha praticamente alcuna importanza. Ma in un trasformatore di misura (precisamente in un riduttore di tensione) non è più ammissibile una simile semplificazione, dato che molto spesso la situazione è completamente invertita: la corrente dovuta al carico essendo infatti generalmente una piccola frazione della corrente di eccitazione. In un riduttore di corrente, poi, la caduta di tensione nel primario non ha alcun interesse per il funzionamento pratico del riduttore, mentre importa di conoscere quella nel secondario da cui dipende, per una data corrente, il valore della f. e. m. generata e quindi il valore della componente di eccitazione, da cui derivano in definitiva errori di rapporto ed angoli di fase. E' pertanto indispensabile per le prove indirette di un trasformatore di misura, trovare modo di determinare il *rapporto teorico* $K_t = \frac{m_1}{m_2}$ (o $\frac{m_2}{m_1}$ per i *TA*) e le costanti (resistenza e reattanza) relative ai singoli avvolgimenti. Nel caso particolare dei *TA*, come si è detto, interessa solo di determinare gli elementi del circuito secondario.

Stando così le cose, il procedimento da seguire per la prova indiretta di un riduttore di misura è, in modo generico, il seguente.

19. — a) *Riduttori di tensione*. Si procede ad una *misura diretta del rapporto* e *dell'angolo di fase* a quella tensione ridotta a cui si può giungere (10 ÷ 15% della tensione normale) valendosi di un metodo quanto è possibile esatto; quindi si procede ad un'ordinaria *prova a vuoto* alimentando il riduttore dal secondario fino a tensione normale e determinando valore e fase della corrente assorbita (corrente di eccitazione) in funzione della tensione applicata. Infine si procede ad una *prova in corto circuito* ed alla *misura delle resistenze ohmiche* degli avvolgimenti. La prova a vuoto non presenta in generale difficoltà speciali, quella in corto circuito richiede invece generalmente un wattmetro assai sensibile e si deve in essa tener conto del consumo proprio degli strumenti adoperati.

La prova diretta ci dà in grandezza e fase relativa le tensioni V_1 e V_2. (fig. 18). Conoscendo, dalla prova a vuoto, il valore e la fase della corrente di eccitazione I_0 corrispondente alla tensione a cui fu eseguita la prova diretta, (essendosi eseguita la prova a vuoto alimentando il secondario bisognerà riportare al primario le correnti misurate) si possono evidentemente dedurre i valori K_t e X_1 del rapporto teorico e della reattanza primaria. Proiettando infatti sulla direzione della I_0 si ha

$$V_1 \cos \varphi_0 = K_t\, V_2 \cos (\varphi_0 - \varepsilon) + R_1 I_0$$

donde:

$$K_t = \frac{m_1}{m_2} = \frac{V_1 \cos \varphi_0 - R_1 I_0}{V_2 \cos (\varphi_0 - \varepsilon)} \tag{34}$$

Proiettando invece sulla normale alla I_0 si ha analogamente

$$V_1 \operatorname{sen} \varphi_0 = K_t\, V_2 \operatorname{sen} (\varphi_0 - \varepsilon) + X_1 I_0$$

donde

$$X_1 = \frac{V_1 \operatorname{sen} \varphi_0 - K_t V_2 \operatorname{sen} (\varphi_0 - \varepsilon)}{I_0} \tag{35}$$

Noti così K_t, X_1, R_1 e R_2, dalla prova in corto circuito si deduce come d'ordinario l'impedenza Z_{cc}, la reattanza totale $X_{cc} = Z_{cc} \operatorname{sen} \varphi_{cc}$ e la resistenza totale $R_{cc} = Z_{cc} \cos \varphi_{cc}$ (tutte riferite al primario).

Con questi elementi, conoscendo dalla prova a vuoto il nuovo valore della corrente di eccitazione I_0 e il suo fattore di potenza $\cos \varphi'_0$ corrispondenti alla tensione normale (o, comunque, a quella particolare tensione a cui interessa di calcolare gli errori del riduttore), si possono calcolare facilmente, colle note formule, rapporti effettivi ed angoli di fase per qualunque valore della prestazione.

Così, con prestazione nulla (secondario in circuito aperto) i volt perduti nel primario saranno, con sufficiente approssimazione espressi da:

$$v_0 = I'_0\, (R_1 \cos \varphi'_0 + X_1 \operatorname{sen} \varphi'_0) \tag{36}$$

ed il rapporto effettivo risulterà

$$K = K_t\, \frac{V_1}{V_1 - v_0} \tag{37}$$

mentre

$$\operatorname{sen} \varepsilon = \frac{I_1\, (X_1 \cos \varphi'_0 - R_1 \operatorname{sen} \varphi'_0)}{V_1\, v_0} \tag{38}$$

Con un carico secondario di I_2 Amp. sfasate di φ, i volt perduti, riferiti sempre al primario, saranno:

$$v_c = v_0 + \frac{I_2}{K_t}\, (R_{cc} \cos \varphi + X_{cc} \operatorname{sen} \varphi) \tag{39}$$

ed il nuovo rapporto sarà

$$K = K_t\, \frac{V_1}{V_1 - v_c} \tag{40}$$

mentre

$$\operatorname{sen} \varepsilon = \frac{I_1 (X_1 \cos \varphi'_0 - R_1 \operatorname{sen} \varphi'_0) + \frac{I_2}{K_t} (X_{cc} \cos \varphi - R_{cc} \operatorname{sen} \varphi)}{V_1 - V_c} \tag{41}$$

20. — b) *Riduttori di corrente*. — Il procedimento è del tutto analogo. Il riduttore si *prova* con un metodo diretto di precisione facendolo funzionare *come riduttore di tensione* con prestazione nulla. Si alimenta cioè il secondario con una tensione di 10 ÷ 20 Volt, lasciando il primario in circuito aperto. Poi, sempre alimentando il secondario, si fa una *prova a vuoto* per determinare I_0 e $\cos \varphi_0$ in funzione della tensione applicata. Infine si misurerà la *resistenza* R_2 del secondario. La prova in corto circuito non è necessaria.

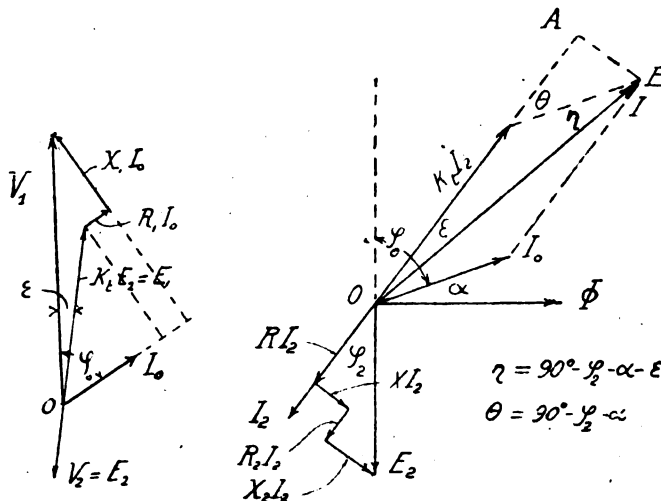



Fig. 18. Fig. 19.

Dalla prova diretta e dai valori corrispondenti di I_0 e φ_0, essendo nota R_2 dedurremo con formule identiche alle (34) e (35) i valori di $K_t = \frac{m_2}{m_1}$ e di X_2. Basta considerare ancora la stessa fig. 18 scambiando gli indici dei varî simboli (V_1 diventa V_2 e così via).

Per calcolare poi rapporti effettivi ed angoli di fase relativi ad un dato carico e ad una data prestazione basta considerare la fig. 19. Dette R ed X resistenza e reattanza corrispondenti al circuito secondario esterno, per una data corrente I_2 si ha subito la f. e. m. E_2 che deve generare il secondario. Dalla prova a vuoto si sa qual'è la corrispondente corrente di eccitazione: sono cioè noti I_0 e φ_0. Con ciò si ha subito

$$I_1 = K_t\, I_2 \cos \varepsilon + I_0 \cos \eta$$

donde il rapporto effettivo:

$$K = \frac{I_1}{I_2} = K_t \cos \varepsilon + \frac{I_0}{I_2} \operatorname{sen} (\varphi_2 + \alpha + \varepsilon) \tag{42}$$

E per l'angolo di fase

$$\operatorname{tang} \varepsilon = \frac{\overline{AB}}{\overline{OA}} = \frac{I_0 \operatorname{sen} \theta}{K_t\, I_2 + I_0 \cos \theta} \tag{43}$$

I calcoli possono riuscire un po' laboriosi se si devono considerare molte diverse condizioni di carico e di prestazione, ma non presentano nessuna difficoltà.

21. — Una semplificazione del procedimento generale sopra indicato si ha nel metodo che ebbi occasione di esporre nel 1910 e che, per quanto mi consta, è l'unico procedimento che consenta di misurare la reattanza di uno solo dei due avvolgimenti concatenati dal flusso in un sistema elettromagnetico. Con tale metodo sostanzialmente si fanno fisicamente quelle operazioni di proiezione che dal diagramma della figura 18 permettono di ricavare le espressioni (34) e (35). Riferendoci allo schema e al metodo della figura 9, si im-

magini di effettuare due riduzioni a zero dell'elettrodinamometro, facendone percorrere la bobina fissa da una corrente di eccitazione I_a che sia la prima volta in quadratura colla corrente I_0 di eccitazione del trasformatore in prova, e la seconda volta in fase. Si determineranno così due valori r_1 ed r_2 della r i quali soddisferanno alle relazioni

$$\frac{R}{r_2} = \frac{V_1 \cos \varphi_0}{E_2 \cos (\varphi_0 - \varepsilon)} = \frac{K_t E_2 \cos (\varphi_0 - \varepsilon) + R_1 I_0}{E_2 \cos (\varphi_0 - \varepsilon)}$$

$$= K_t + \frac{R_1 I_0}{E_2 \operatorname{sen} (\varphi_0 - \varepsilon)}$$

$$\frac{R}{r_1} = \frac{V_1 \operatorname{sen} \varphi_0}{E_2 \operatorname{sen} (\varphi_0 - \varepsilon)} = K_t + \frac{X_1 I_0}{E_2 \operatorname{sen} (\varphi_0 - \varepsilon)}$$

Dalle quali, essendo noti o altrimenti misurabili i valori di R_1, I_0, φ_0, e potendosi nei secondi membri trascurare ε e porre $E_2 = \frac{V_1}{K_0}$ si ricava senz'altro

$$(44) \qquad K_t = \frac{R}{r_2} - \frac{R_1 I_0}{E_2 \cos \varphi_0}$$

$$X_1 = \left(\frac{R}{r_1} - K_t \right) \frac{E_2 \operatorname{sen} \varphi_0}{I_0}$$

Come indicavo allora, si può, volendo, valersi dello stesso schema per misurare anche i valori di I_0 e di φ_0. Bastano due altre riduzioni a zero sostituendo alla E_2 la tensione $S I_0$ presa agli estremi di uno shunt non induttivo; riduzioni fatte eccitando la bobina fissa dell'elettrodinamometro con una corrente una volta in fase con I_0 ed una volta in fase colla tensione V_1. Detti r_3 ed r_4 i nuovi valori assunti dalla r si ottiene senz'altro:

$$(45) \qquad I_0 = \frac{K_n V_1}{R S} \sqrt{r_3 r_4} \qquad \cos \varphi_0 = \sqrt{\frac{r_4}{r_3}}$$

$$K_t = \frac{R}{r_2} - \frac{R_1 + S}{S} \frac{r_3}{r_4} \qquad X_2 = R - r_1 K_n \frac{S}{r_3} \sqrt{\frac{r_3 - r_4}{r_4}}$$

Metodi e procedimenti speciali.

22. — Già si è ripetutamente accennato come la diversa combinazione dei pochi concetti fondamentali da cui derivano i metodi tipici sopra esposti, possa dar luogo ad una grandissima serie di altri metodi che solo apparentemente sono diversi. Così pure altri metodi possono derivarsi ricorrendo a speciali apparecchi di misura od a speciali trasformatori ausiliari. Così può essere ricordato l'impiego di uno speciale fasometro proposto dal Gifford (vedasi bibliografia) col quale

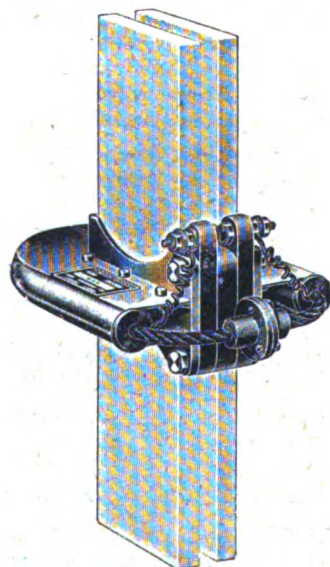



Fig. 20.

si risolve solo il problema della misura dell'angolo di fase (chè anzi il metodo pare studiato per il caso poco comune di riduttori di rapporto unitario); oppure l'impiego di uno speciale riduttore ausiliario a nucleo toroidale e numero di spire variabile proposto dal Baker. Metodi e procedimenti ingegnosi; ma che non sembrano presentare vantaggi notevoli rispetto ai metodi più generali.

Un procedimento a cui è invece il caso di accennare è quello basato sull'impiego di riduttori di confronto a rapporti multipli. E' noto che, combinando in gruppi serie-parallelo le spire dell'avvolgimento primario di un riduttore di corrente, si può variare il rapporto del riduttore stesso senza alterarne le caratteristiche. (Non così, agendo analogamente sul secondario, come si fa talvolta per semplicità ed economia di costruzione, nei riduttori industriali). Determinate sperimentalmente le costanti del riduttore col minore rapporto (per es. 500/5 Amp.) si può usarlo come campione col rapporto maggiore (per es. 1000/5 A) per la prova di altri riduttori. Il procedimento è rigoroso solo finchè il primario abbia parecchie spire identicamente disposte rispetto al nucleo, in modo da poter essere sicuri della esatta ripartizione della corrente fra di esse quando vengono collegate in parallelo. Cessa di essere valido e diventa senz'altro impossibile per le elevate intensità primarie, (oltre i 1000 Amp.) quando cioè il primario risulta costituito da una sola spira.

Una ingegnosa variante di tale concetto è quella usata dai costruttori per la taratura dei riduttori di corrente per forti intensità primarie. Così da anni la C. G. S., per la taratura dei suoi riduttori amperometrici (del tipo rappresentato in fig. 20) usa la disposizione

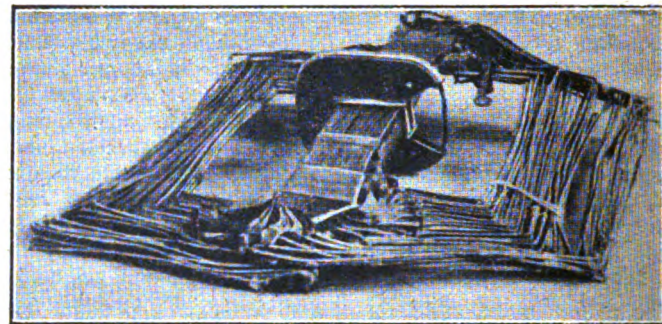



Fig. 21.

rappresentata in fig. 21. Al posto dell'unica sbarra di rame che costituirà il primario, sono collocate molte striscie di rame, isolate fra di loro e collegate in serie con collegamenti esterni. Così per es. con 100 striscie e con una corrente di 50 Amp. si può tarare un riduttore

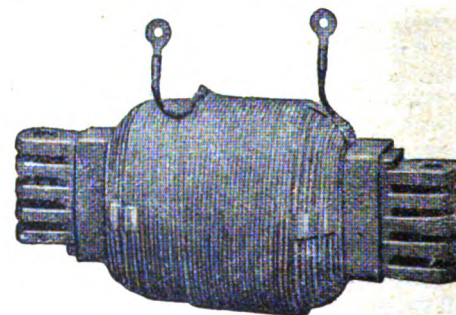



Fig. 22.

fatto per 5000 Amp. primarî. Naturalmente la distribuzione della corrente nella sbarra unica non sarà uniforme, come risulta invece nella sezione occupata dal fascio di striscie; ma la notevole distanza che, in tale tipo di riduttore, intercede fra rame primario e nucleo, rende del tutto trascurabile l'errore conseguente. Così pure del tutto trascurabile è risultata l'influenza dei collegamenti esterni delle varie striscie.

Coll'aumentare dell'intensità primaria il problema dei riduttori di corrente diventa, d'altronde, veramente arduo non solo per la taratura e prova, ma per la stessa costruzione, dato che il numero « ottimo » di amperspire per un riduttore di corrente è di circa 1000 ÷ 1500.

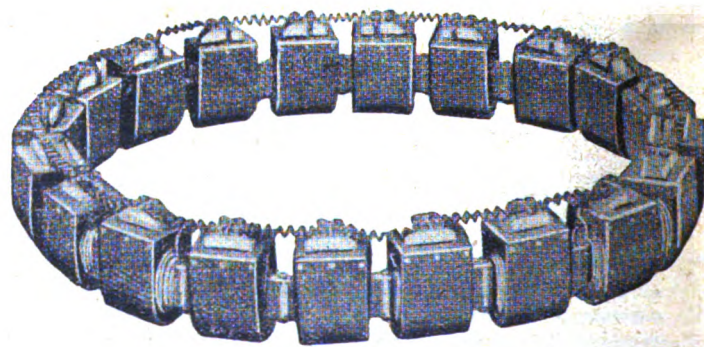



Fig. 23.

Una interessante soluzione del problema è stata recentemente proposta dal Keinath (E. T. Z. 7 ottobre 1920) e consiste nel riunire in catena attorno al conduttore primario, un numero variabile di elementi (vedansi fig. 22 e 23) ognuno munito di un proprio avvolgimento secondario di 1000 ÷ 2000 Amperspire a pieno carico. Tutti

gli avvolgimento secondarî sono, naturalmente, collegati in serie. Con questo artificio si superano tutte le difficoltà che si oppongono alla costruzione di buoni riduttori di corrente per intensità primarie di parecchie migliaia di ampere, e si ottengono, secondo il Keinath, risultati del tutto soddisfacenti nei riguardi degli errori di rapporto e di fase. E, per rientrare nell'argomento di questo scritto, la prova di siffatte catene di riduttori si può facilitare provandone gli elementi a piccoli gruppi. Così un gruppo di 40 elementi che può costituire un riduttore per 40 000/5 Amp, può essere studiato sperimentalmente raggruppando gli elementi stessi a tre a tre o a quattro a quattro con correnti primarie di soli 3000 ÷ 4000 Amp. o meglio, con soli 3000 ÷ 4000 Amperspire che possono ottenersi coll'artificio dianzi descritto di far passare più volte la stessa corrente nell'interno della catena di riduttori.

Conclusione.

23. — Da tutto quanto precede risulta che il problema della prova dei riduttori di misura è oggi perfettamente determinato in tutti i suoi elementi e perfettamente risolvibile allo stato odierno della tecnica con alcuni procedimenti elementari pure perfettamente definiti. In altre parole, non pare più possibile inventare « nuovi » metodi se non scoprendo o inventando qualche nuovo principio o qualche nuovo strumento che escano dal quadro dell'odierna elettrotecnica. D'altra parte i metodi che oggi si posseggono sono perfettamente sufficienti allo scopo, perchè non si deve dimenticare che si tratta di una determinazione di errori. Pretendere, come taluni vogliono, di determinare per es. gli angoli di fase con l'approssimazione di uno o due minuti di grado non ha alcun senso pratico perchè ad un angolo di fase di uno o due minuti corrisponde mediamente un errore di un centomillesimo nelle misure di potenza, e non si deve mai dimenticare che l'approssimazione di 1/1000 è un limite praticamente non superabile nelle misure elettriche industriali.

Non si tratta dunque che di scegliere fra i varî metodi già noti. I criteri per questa scelta sono eminentemente personali e dipendono in gran parte oltre dai mezzi che si hanno a disposizione, dalle proprie abitudini sperimentali. Per mio conto penso che fra i *metodi di paragone* di due riduttori, quelli differenziali con strumenti industriali, siano i più raccomandabili, mentre, fra i *metodi assoluti* da laboratorio, il metodo di proiezione, basato sull'impiego di un elettrodinamometro a riflessione, può dare i più soddisfacenti risultati, pur non richiedendo apparecchi speciali (come mutue induttanze o induttanze e capacità regolabili) ed eliminando ogni procedimento per successiva approssimazione.

Milano, Dicembre 1920.

BIBLIOGRAFIA.

P. G. AGNEW E F. B. SILSBEE. — *Testing of Instrument Transformers.* - (Am. I. E. E., pag. 1267, June 1912).

H. B. BROOKS. — *Testing Shunt Instrument Trasformers.* - (El. Wrd. 62, pag. 898, Nov. 1913) - (Bur. of. St. 3, pag. 419, 1914).

H. SCHERING E E. ALBERTI. — *Semplice metodo per la prova dei trasformatori di corrente.* - (Archiv. f. Elek. 2, pag. 263, 1914).

P. G. AGNEW. — *Testing of Instrument Trasformers.* - (El. Wrd. 64, pag. 1004, Nov. 1914).

R. H. CHADWICK. — *Errori dovuti all'uso di trasformatori riduttori.* - (El. Wrd. Vol. 66, pag. 1308, Dic. 1915).

R. D. GIFFORD. — *Determining the Phase-angle of Instrument Trasformers.* (The Elec. pag. 166, May 1915).

C. FORTESCUE. — *Calibration of Current Trasformers by means of Mutual Inductances.* - (Am. I. E. E., pag. 1199, June 1915). Vedi anche Elettr. 15-2-1916 Pag. 94.

C. L. DAWES. — *Phase angle of Current Transformers.* - (Am. I. E. E. pag. 927, May 1915.

M. L. HARNED. — *Characteristics of Current transformers.* - (El. Wrd. pag. 869, April 1916).

O. A. KNOPP. — *Standardisation of Current Trasformers.* - (El. Wrd., pag. 92, Jaunary 1916).

M. ILIOVICI. — *Un metodo di prova dei trasformatori di misura.* - (Soc. Int. El. P., Vol. 6, N. 51, pag. 155, Aprile 1916).

P. D. LA GORGE. — *Note sulla prova dei trasformatori di corrente (per misure) al laboratorio centrale di Elettricità.* - (Lum. Elec., Vol. 34, N. 9, pag. 300, Luglio 1916).

A. F. MAKOWER E A. WUST. — *Phase-lag in Current transformers.* - (The Elect., pag. 581, July 1917).

F. B. SILSBEE. — *Testing of Current transformers.* - (El. Wrd., pag. 667, Oct. 1917).

H. S. BAKER. — *Current transformer Ratio and Phase Error.* - (Am. I. E. E., pag. 1173, Sept. 1918).

F. B. SILSBEE. — *Testing Current transformers.* - (B. of. St. 15, N. 309, 1907.

H. M. CROTHERS. — *Field Testing of Instrument Transformers.* - (El. Wrd., pag. 516, March 1919).

BARBAGELATA A. — *Prova indiretta dei trasformatori di misura per forte intensità di corrente.* - Atti Ass. El. It., Settembre 1910.

— *Le misure di controllo negli impianti ad altissima tensione.* - Elettrotecnica, 5 febbraio 1914.

— *L'elettrodinamometro nel laboratorio moderno,* - Elettrotecnica, 15 Sett. 1915.

BARBAGELATA A. ED EMANUELI L. — *I metodi di opposizione colle correnti alternate.* - Atti Congresso internazionale Torino, 1911, Vol. II.

CALCOLO RAPIDO DEI PALI A TRALICCIO DI MINIMO PESO [1]

Ing. CARLO FASCETTI.

Comunicazione presentata alla Sezione di Livorno il 23 gennaio 1921

1). Consideriamo il tipo normale di palo a traliccio a base quadrata costituito da quattro montanti collegati da tralicci come nella fig. 1. Supponendo che i montanti debbano resistere esclusivamente ai momenti M ed i tralicci esclusivamente ai taglianti T; le equazioni fondamentali del calcolo sono:

$$1)\ \Omega A = \frac{M}{2\sigma_1}$$

$$2)\ \omega \cos\alpha = \frac{T}{\eta\sigma_2}$$

dove:

A = base in cm

Ω = sezione dei montanti in cm²

ω = sezione dei tralicci in cm²

α = angolo di inclinazione dei tralicci sull'orizzontale

σ_1 = sollecitazione unitaria dei montanti in kg. cm²

σ_2 = sollecitazione unitaria dei tralicci in kg. cm²

l_1 = lunghezza libera del montante espressa in cm

l_2 = lunghezza libera dei tralicci espressa in cm

M = momento in kg. cm

T = tagliante in kg

$\eta = 2\frac{A}{a}$ dove a è la distanza fra i baricentri delle sezioni dei montanti su una faccia in corrispondenza della sezione del palo in cui è applicato il tagliante T.

Essendo con molta approssimazione $l_2 = \frac{A}{\cos\alpha}$, le equazioni 1) e 2) possono mettersi sotto la forma:

$$\frac{M}{A} = 2\,\Omega\,\sigma_1$$

$$\frac{T}{\eta A} = \frac{\omega\,\sigma_2}{l_2}$$

Poichè i montanti ed i tralicci lavorano per flessopressione, per σ_1 e σ_2 dobbiamo prendere valori eguali ad 1/3 di σ_r.

Nella fig. 2 è riportato il diagramma che dà i valori di σ_r da noi assunti per i diversi valori di $\frac{l}{i}$ [2].

2). Prendiamo un sistema di assi ortogonali e nel quadrante (I) riportiamo sulle ordinate i valori di Ω, sulle ascisse i valori di l_1; nel

[1] Questa nota era già scritta e consegnata al Prof. Vallauri, quando comparve la nota dell'Ing. M. Semenza sul medesimo argomento. (*Elettrotecnica* 25 dicembre 1920, vol. VII, n. 36, pag. 640). Per comodità dei lettori si sono qui adottati i medesimi simboli usati dall'Ing. Semenza.

[2] Per i valori di $\frac{l}{i}$ da 300 a 105 abbiamo tenuto conto della formula di Eulero; per i valori di $\frac{l}{i}$ da 105 a 60 abbiamo tenuto conto della formula delle FF. SS. La formula delle FF. SS. che è dedotta da quella di Tetmajer, effettivamente non ci dà i valori del carico di rottura per flessopressione (dato invece dalla formula di Tetmajer) ma ci dà gli sforzi ammissibili sopra un solido in funzione del rapporto $\frac{l}{i}$ variando opportunamente il margine di sicurezza e cioè aumentando in modo conveniente il margine di sicurezza per le aste più lunghe. L'assumere per σ un valore $= \frac{1}{3}$ dei σ_r riportati sul nostro grafico in base alla formula FF. SS. equivale a variare (per i valori di $\frac{l}{i}$ da 105 a 60) il margine di sicurezza con lo stesso criterio adottato dalle FF. SS. Per i valori di $\frac{l}{i}$ da 60 a 0 abbiamo tenuto conto della curva segnata a tratto e punto e che termina sulle ordinate al valore $\sigma_r = 4000$. Difficilmente però si hanno membrature in cui $\frac{l}{i} < 30$.

quadrante (2) riportiamo sulle ascisse i valori di $\frac{l_1}{2}$ sulle ordinate i valori di A; nel quadrante (3) riportiamo sulle ordinate i valori di l_2, sulle ascisse i valori di ω.

Nel quadrante (1), scelto un determinato valore di $\frac{M}{A}$ abbiamo, per ogni valore di Ω corrispondente ad un dato profilo di montante, il valore corrispondente di l_1 che soddisfa alla formula $\frac{M}{A} = 2 \, \Omega \, \sigma_1$

quindi la somma delle lunghezze in mm dei segmenti $0\,\Omega + 0\,D$ ci da l'indice del peso dell'unità di lunghezza del palo.

Questa operazione, per chi abbia preso un po' di pratica col diagramma richiede pochi secondi di tempo e ci dà una serie di valori Ω, l_1, ω, l_2, A, P_r (P_r indice del peso reale) che soddisfa il problema, mentre nel quadrante (2) resta effettivamente disegnato il primo tronco del palo. Si ripete la stessa operazione per la stessa base A e per valori diversi di Ω e si vede quale è la soluzione *reale* di minimo peso per base A.

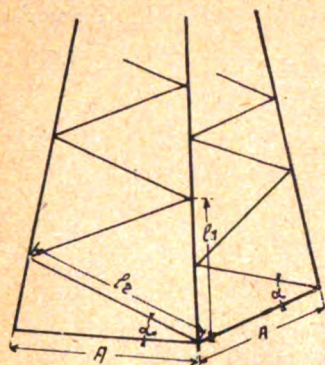
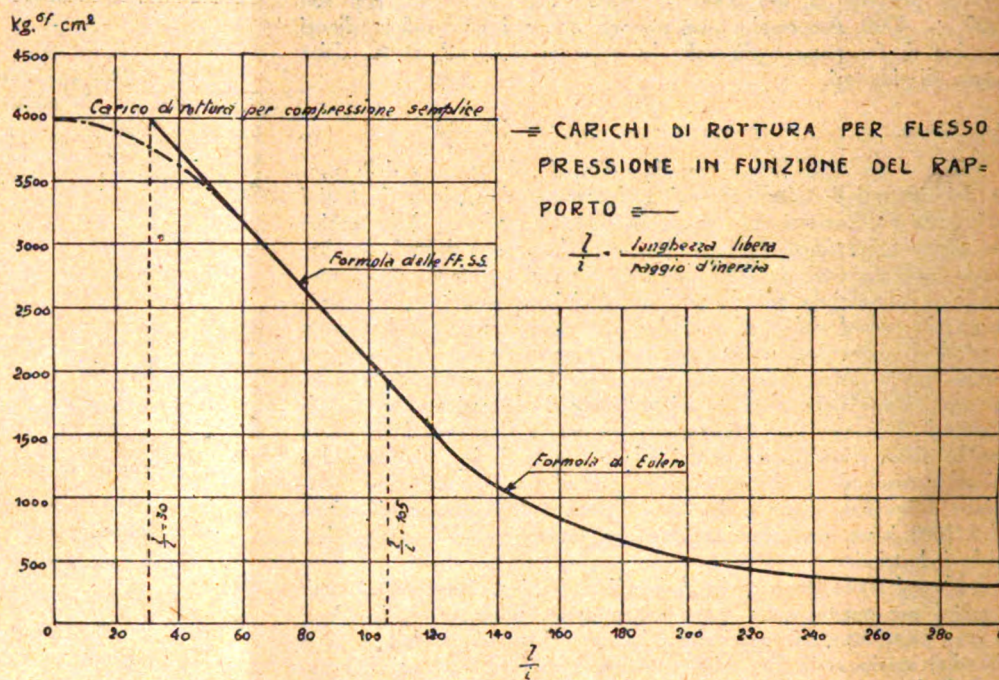



Fig. 1.

Fig. 2.

e unendo fra loro i punti così ottenuti possiamo disegnare una spezzata corrispondente a quel determinato valore di $\frac{M}{A}$. Abbiamo tracciato nel quadrante (1) le spezzate corrispondenti ad una serie di diversi valori di $\frac{M}{A}$. Nel quadrante (3) con operazione analoga e riferendoci ai singoli valori di ω corrispondenti ai profili esistenti in commercio possiamo costruire una famiglia di spezzate, ciascuna delle quali corrisponda ad un determinato valore di $\frac{T}{\eta A}$. Ciascun vertice di questa spezzata dà una coppia di valori ω e l che soddisfano alla formula $\frac{T}{\eta A} = \frac{\omega \, \sigma_2}{l_2}$.

Per Ω e ω abbiamo tenuto conto soltanto dei valori che chiameremo *reali*, di quelli cioè di cui si può realmente disporre in pratica tenendo presenti le sagome normali dei profilati offerti dal commercio e per i abbiamo introdotto nei calcoli il corrispondente valore per ciascun profilo. Ciò è assai importante, specialmente per i tralicci a lati disuguali che si debbono necessariamente adoprare in alcune parti del palo, dove, pur risultando meccanicamente necessaria una ω piccolissima, occorre tuttavia avere un lato di almeno 30 mm per eseguire la chiodatura del traliccio al montante.

3). Il diagramma costruito può essere utilizzato nel seguente modo, supposti dati M e T: prendiamo un determinato valore di A e riportiamo sull'ordinata delle A il valore $O\,A$, tiriamo da A una retta orizzontale nel quadrante (2). Prendiamo un valore qualunque, *reale*, di Ω e dal punto corrispondente ad Ω sulla spezzata $\frac{M}{A}$ tiriamo una retta verticale fino ad incontrare la orizzontale da A nel punto B. Il punto di incontro di questa retta verticale colle ascisse delle l_1 ci dà il valore di l_1; abbiamo così Ω ed l_1. Facciamo centro in O e tiriamo un arco di cerchio $O\,B$ fino ad incontrare l'asse delle l_2; da questo punto d'incontro tiriamo una orizzontale che incontrerà la spezzata $\frac{T}{\eta A}$ in un punto C. Da C tirando una verticale si ha sull'asse delle ω il valore di ω. Questo valore in generale non è *reale*. Si prende quindi per ω il valore reale immediatamente superiore.

Il peso dell'unità di lunghezza di palo è dato da

$$\Omega + \frac{\omega}{\text{sen}\,\alpha}$$

Diminuendo la base da A ad A_1 si ottiene con lo stesso metodo la soluzione reale di minimo peso per base A_1; se per questa base si ha una soluzione di minimo peso inferiore a quella ottenuta per base A si ripete il metodo per una base A_2 minore di A_1 in caso contrario si ripete il metodo per una base A_2 maggiore di A.

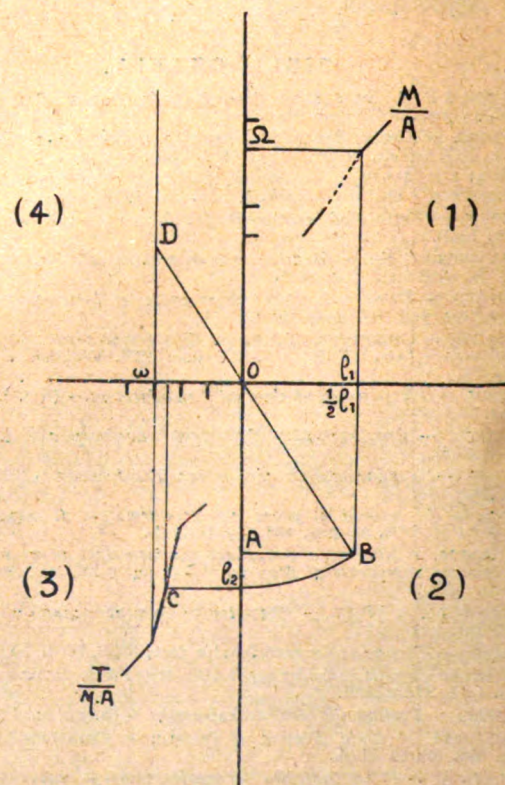



Fig. 3.

In generale, per trovare la soluzione reale di minimo peso, sono sufficenti pochi tentativi ed in ogni caso, avendo a disposizione un numero sufficente di eliografie del nostro grafico (fig. 4), si può in

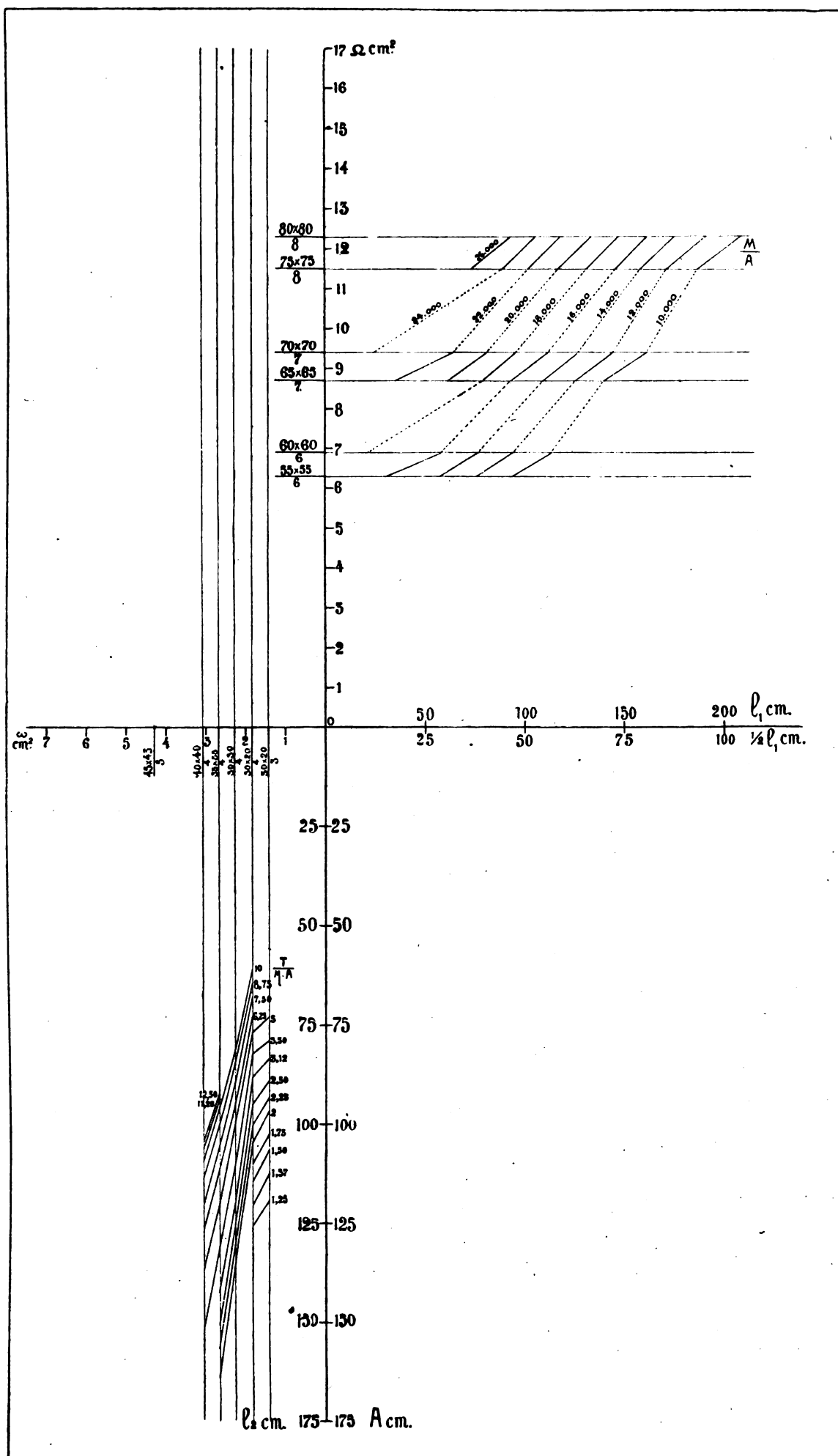



Fig. 4.

pochissimo tempo determinare la soluzione reale di massima convenienza per un determinato valore di M e di T.

4). Questo metodo che dà con semplici e rapide operazioni una intera serie di soluzioni tutte praticamente realizzabili e permette di confrontarle immediatamente fra loro ed eventualmente di adattarle ai profilati disponibili potrà a prima vista sembrare leggermente laborioso, ma chi voglia prendervi un po' di pratica potrà, a nostro giudizio, agevolmente convincersi dell'utilità della disposizione da noi adottata e rilevare fra l'altro:

1° — Che di soluzioni reali di minimo peso per un determinato valore di M e di T ne esistono quasi sempre più di una a parità di base, in quanto che si trova che per una determinata A esistono sempre diverse soluzioni praticamente equivalenti, con differenze di peso non superiori al 3 o 4%.

2° — Che anche variando entro limiti abbastanza ampi la base A si trovano sempre delle soluzioni reali talmente vicine alle soluzioni di minimo peso da potersi considerare praticamente equivalenti.

Il nostro diagramma ci dà modo quindi di costruire un determinato tipo di palo variando il profilato dei montanti entro limiti abbastanza grandi senza che per questo si aumenti in modo apprezzabile il peso del palo, ciò che nella pratica riteniamo di grandissima utilità.

5). Ci limitiamo all'esposizione di qualche esempio per maggiore chiarezza. Si debba costruire un palo per i valori $M = 16\,000$ kgm $T = 1500$ kg, alla base $\eta = 3$.

La soluzione teorica di minimo peso risulta

A	Ω	ω	α	Indice del peso teorico
92,5	8,70	2,35	25,2°	284

abbiamo scelto di proposito un caso in cui la soluzione teorica dà un valore reale per la sezione del montante ($\Omega = 8{,}70$ angolare $65 \times 65 \times 7$).

Poichè per il traliccio dovremo adoprare l'angolare $35 \times 35 \times 4$ $\omega = 2{,}67$ l'indice del peso reale diventa 303.

Dal nostro diagramma si rileva che la soluzione reale

A	Ω	cantonale	l_1	ω	cantonale	l_2	P_r
92,5	9,4	70 × 70 × 7	102	2,67	35 × 35 × 4	105,5	298

ci dà una soluzione anche più conveniente di quella ricavata dalla soluzione teorica.

Variamo ora la base da 92,5 a 100 cm e a 85 cm ed analizziamo le 4 soluzioni seguenti che si trovano immediatamente con il nostro diagramma:

A	Ω	cantonali	l_1	ω	cantonali	l_2	P_r
100	8,70	65 × 65 × 7	79	2,67	35 × 35 × 4	108	317
100	9,4	70 × 70 × 7	96	2,67	35 × 35 × 4	111	310
85	8,70	65 × 65 × 7	71	2,27	30 × 30 × 4	92,5	293
85	9,4	70 × 70 × 7	88	2,27	30 × 30 × 4	96	287

Vediamo subito come anche queste 4 soluzioni siano praticamente equivalenti alle due soluzioni soprasegnate e come il variare la base da 92,5 a 100 non abbia notevolmente alterato il peso del palo, mentre che la variazione della base da 92,5 a 85 ci ha portato a due soluzioni reali che evidentemente sono le più convenienti.

Naturalmente i vantaggi del nostro metodo in confronto con la soluzione puramente teorica appariscono più manifesti, quando quest'ultima dia un valore di Ω notevolmente inferiore al più prossimo valore reale. Sia ad esempio $M = 12\,000$ kgm, $T = 1350$ kg, alla base $\eta = 3$.

La soluzione teorica di minimo peso risulta

A	Ω	ω	α	Indice del peso teorico
83	7,3	2,15	25,6°	246

Poichè dovremo adoprare per i montanti l'angolare $65 \times 65 \times 7$ e per il traliccio l'angolare $30 \times 30 \times 4$ l'indice del peso reale diventa 279.

E' facile vedere nel nostro diagramma come con gli stessi angolari, a parità di base, si abbia una soluzione più conveniente

A	Ω	cantonale	l_1	ω	cantonale	l_2	P_r
83	8,7	65 × 65 × 7	105	2,27	30 × 30 × 4	98	260

e come, a parità di base, si possa, variando i montanti, avere una soluzione che si avvicina ancora di più alla soluzione teorica

A	Ω	cantonale	l_1	ω	cantonale	l_2	P_r
83	6,91	60 × 60 × 6	72	2,27	30 × 30 × 4	90,5	253

6). Da quanto precede ci sembra potersi concludere:

a) — Qualunque soluzione puramente matematica del problema di minimo dà di regola una sola serie di valori Ω, ω, l_1, l_2, e per Ω e ω valori che non si hanno coi profili normali di angolari, quindi tale soluzione può portare praticamente a disegnare pali di peso superiore a quelli ricavati dal nostro diagramma. D'altra parte, poichè col variare delle diverse variabili del problema, se anche esiste una sola soluzione matematica di minimo peso, il peso corrispondente alle soluzioni reali più prossime varia assai poco, le soluzioni possibili del problema sono sempre praticamente in numero non disprezzabile così da permettere una certa libertà di scelta.

b) — Anche variando entro certi limiti il lato della base si può sempre avere la soluzione del problema con pesi reali non molto diversi e quindi non v'è alcun bisogno d'esagerare nel numero dei tentativi da farsi sul nostro diagramma per diversi valori di A.

c) — Non avendo a disposizione un determinato tipo di angolare che occorrerebbe per la soluzione teorica di minimo peso si può sempre con altro angolare di dimensioni diverse disegnare un palo che sia di peso quasi uguale a quello prima disegnato.

d) — E' principalmente interessante che i pali siano calcolati in modo che tutte le parti di essi si trovino nelle stesse condizioni rispetto al carico di rottura per flessopressione in funzione del rapporto $\frac{l}{i}$ ed il nostro diagramma ci dà appunto sempre soluzioni che soddisfano questa condizione.

7). Altra osservazione importante è la seguente:

Il palo si costruisce normalmente in più tronchi. Qualunque soluzione teorica del problema ci dà sempre un solo gruppo di valori A, Ω, ω, α, per la base di ciascun tronco. Se i tronchi sono più di 2, fra i valori di A ottenuti ne possiamo utilizzare soltanto 2, se vogliamo disegnare il palo in modo che abbia forma piramidale. Quindi per le basi degli altri tronchi bisogna ricorrere ai metodi normali di calcolo. Col nostro metodo invece anche per le basi degli altri tronchi (che restano determinate dalle prime due basi prescelte) si può trovare graficamente e rapidamente la soluzione di massima convenienza.

D'altra parte, se prendiamo in considerazione uno qualunque di questi tronchi abbiamo che la soluzione matematica del problema ci dà una serie di valori A Ω ω α per il primo elemento, cioè per la lunghezza l_1 del tronco. Poichè quando si passa dal primo elemento di questo tronco al secondo, mentre variano M e T rimane costante Ω, non è conveniente adoprare lo stesso α determinato per il primo elemento. Per disegnare quindi l'intralicciatura del tronco bisogna ricorrere nuovamente ai metodi normali di calcolo mentre che col nostro metodo, conoscendosi i successivi valori di $\frac{M}{A}$ e $\frac{T}{\eta A}$ per ciascuna sezione si trovano graficamente e rapidamente i valori di l_1 ω e l_2 per ciascun elemento del tronco. L'intralicciatura viene così ad esser disegnata in modo che, anche per ciascun elemento dei diversi tronchi, sia i montanti sia i tralicci si trovino a lavorare nelle stesse condizioni rispetto al carico di rottura per flessopressione in funzione del rapporto $\frac{l}{i}$.

Livorno, Dicembre 1920.

SUL CALCOLO DELLA ILLUMINAZIONE INDIRETTA

U. BORDONI.

1. — Capita spesso nelle scienze, specie se applicate, d'incontrare delle questioni che non è possibile o non è conveniente trattare così come esse si presentano; e questo, o per le reali difficoltà loro proprie, o per la loro complessità intrinseca, cioè per la eccessiva laboriosità — in relazione allo scopo da raggiungere — della soluzione che si intravede. In questi casi, si cerca d'ordinario di semplificare la questione, in quel modo che si giudica più adatto a togliere od attenuare le difficoltà di trattazione, pur senza alterare troppo il problema. Ed una delle vie più seguite — che qui si ricorda, fra altre, a causa dell'interesse che ha per quanto dovrà essere detto fra breve — è quella di sostituire la ricerca dei valori di una certa grandezza, variabile nel tempo o nello spazio, con quella del valore *medio* di questa grandezza, relativo ad un certo intervallo di tempo o ad una certa parte dello spazio.

Ma quando sostituzioni di questo genere vengono eseguite, è evidente che la questione perde sostanzialmente quel carattere di esattezza che prima poteva avere; in quanto, anche nei casi nei quali può farsi in modo preciso le definizione di quel tale valore medio che ora si ricerca, *la conoscenza di quest'ultimo* (a meno che sia integrata da altre indagini particolari, raramente facili) *non può dare che una idea dei veri valori che la grandezza assume* in funzione del tempo e dello spazio; ed una idea tanto meno concreta e sicura quanto maggiori sono le variazioni della grandezza nel campo prescelto.

Conseguenza logica di questa osservazione è che quando una questione viene trasformata per facilitarne la soluzione, è generalmente *sufficiente* ch'essa, nella sua nuova forma, venga risolta in modo approssimato; ed è sufficiente, anzi, una approssimazione tanto minore quanto meno stretto è il legame fra le nuove e le antiche incognite. Con questo, non si vuole già dire che sia preferibile risolvere in modo approssimato, anzichè esatto, le nuove questioni, che si potrebbero chiamare « *ridotte* »; si vuole solo affermare che, essendo purtroppo sufficiente una certa approssimazione (variabile caso per caso) è irragionevole il preferire ad una soluzione semplice, *che dia già questa approssimazione*, un'altra soluzione che ne dia una maggiore, ove quest'altra riesca più complicata e laboriosa della prima: la maggior esattezza che si crede di conseguire è puramente illusoria, in quanto, se pure sussiste nei riguardi delle nuove incognite della questione trasformata, non aggiunge nulla nei riguardi della conoscenza delle incognite antiche, le vere. L'illusione può essere maggiore quando la nuova soluzione venga ottenuta per una via che mostri di avere qualche carattere di generalità e di rigore; ma è pur sempre illusione; e tentativi di questo genere, mentre non presentano, per lo più, che un interesse di carattere scolastico, hanno il torto involontario di tendere a mascherare la vera natura della soluzione ottenibile ed il grado di confidenza che si può avere nei risultati ai quali conducono.

2. — E' parso allo scrivente che le osservazioni precedenti non fossero del tutto fuori di luogo nei riguardi di un articolo pubblicato di recente su questo periodico; quello sulla « *Determinazione dei flussi luminosi indiretti* » scritto, con innegabile serietà di intenti, dall'ing. R. Dispenza [1].

Occorre premettere che la illuminazione ottenibile con le usuali sorgenti di luce, specialmente artificiali, è essenzialmente *non* uniforme. E' questo un fatto di osservazione comune, per quanto i rapporti fra le sensazioni dell'occhio siano, per note ragioni di carattere psico-fisico, ben minori dei rapporti fra le corrispondenti intensità di illuminazione; gli strumenti di misura rivelano poi che negli ambienti chiusi usuali il rapporto fra il massimo ed il minimo di illuminazione raramente scende al disotto di quattro, pur potendo assumere valori ben maggiori; mentre negli ambienti aperti è frequentissimo il caso in cui l'illuminazione massima sia quindici o venti volte maggiore della minima. E' appunto, anzi, la condizione che la massima disuniformità di illuminazione non ecceda un certo valore (variabile con la natura del locale, ma sempre elevato) quella che impone il frazionamento in più centri luminosi della intensità luminosa totale da installare; frazionamento che per ragioni economiche converrebbe ridurre al minimo.

[1] Questo giornale, quest'anno, pag. 574.

Ora, per individuare la illuminazione che si ha in un determinato locale si possono seguire due vie: o cercare di calcolare la illuminazione *vera* in un buon numero di punti opportunamente scelti, giovandosi poi di adatte e semplici rappresentazioni convenzionali per estendere questi risultati; oppure cercare dei valori *medi* della illuminazione.

La prima via è spesso praticabile; ma riuscendo sempre piuttosto laboriosa (e talvolta assai laboriosa), si dà la preferenza all'altra tutte le volte che lo consenta la importanza dell'ambiente e dei risultati che si cercano. E poichè la illuminazione media di una superficie è il quoziente fra il flusso luminoso complessivo che la investe e l'area della superficie, così il calcolo dei valori medî della illuminazione è ricondotto, in sostanza, a quello dei flussi luminosi; e, inversamente, dalla conoscenza del flusso luminoso non si può dedurre altro che il valore *medio* della illuminazione prodotta, rimanendo indeterminati i valori *verî* nei singoli punti; dei quali, per altro si sa che si scostano *grandemente*, in generale, l'uno dall'altro.

Il calcolo dei flussi luminosi che investono date superficie, fatto allo scopo di determinarne la illuminazione, appartiene dunque nettamente a quella categoria di problemi « ridotti » che è sufficiente, data la loro natura, risolvere in modo approssimato; e l'approssimazione necessaria, è tutt'altro che elevata, purtroppo.

Per calcolare i flussi luminosi (indiretti) che una data superficie riceve non direttamente dalle sorgenti di luce, ma dalle pareti dell'ambiente, l'Autore del ricordato articolo espone appunto un laborioso metodo per il quale il problema è ricondotto, una volta calcolati già i flussi luminosi diretti, a stabilire ed a risolvere, caso per caso, un sistema di un certo numero di equazioni di primo grado simultanee i cui coefficienti, di espressione non semplice, sono però dati da una tabella.

Ora, per calcolare l'effetto medio della diffusione operata dalle pareti di un ambiente sopra la illuminazione, è già noto da molto tempo un metodo certamente imperfetto, ma che unisce la massima semplicità concettuale alla massima semplicità di attuazione. Se a tutte le superficie interne ad un ambiente chiuso convenisse un *unico* valore δ del coefficiente di diffusione, le pareti e gli oggetti sarebbero investiti, oltrechè dal flusso Φ emesso dalle sorgenti di luce, dai flussi $\delta\ \Phi$, $\delta^2\ \Phi$, etc. successivamente diffusi dalle pareti; sicchè l'effetto *medio* dei flussi indiretti sarebbe quello di accrescere la illuminazione prodotta *direttamente* dalle lampade nel rapporto di 1 ad $1 + \delta + \delta^2 + \ldots$, cioè nel rapporto di 1 ad $\frac{1}{1-\delta}$. In generale, non a tutte le pareti converrà un unico valore di δ; ma si rimedierà adottando un valore fittizio di δ che sia la media (ponderata) dei valori veri.

Questo metodo non può condurre che a risultati mediocremente approssimati; ma data la sua grande semplicità e la *natura del problema*, di carattere « ridotto », è lecito domandarsi se il metodo proposto dall'ing. Dispenza realizzi su di esso un reale progresso e sia veramente preferibile; e pare allo scrivente che vi sia più d'una ragione per dubitarne con fondamento.

3. — Si può chiedere, intanto, di che ordine sia la differenza fra i risultati ai quali i due metodi conducono.

Ora, benchè variabile da un caso all'altro, questa differenza è sempre relativamente piccola [2]; lo si può vedere, per es., a proposito dello stesso caso numerico svolto dal Dispenza nel § 7 del suo articolo.

Si tratta di una sala di ristorante, piuttosto grande, illuminata da due centri luminosi, alle cui varie pareti interne sono assegnati valori *assai* diversi per il coeff. di diffusione (0,7 per il soffitto, 0,45 per le pareti verticali e 0 per il pavimento); circostanza, questa, evidentemente sfavorevole per il metodo sommario poc'anzi illustrato [3]. Comunque, in base a questi dati il Dispenza calcola che, detta 1, per ciascuna parete, la illuminazione *diretta* prodotta dalle lampade, la illuminazione *complessiva* è di 1,65 sul piano dei tavoli, di 1,97 per il soffitto e di 1,46 sulle pareti verticali.

D'altra parte, la media ponderata dei tre coeff. di diffusione risulta eguale a 0,41; sicchè l'altro metodo condurrebbe a ritenere rappresentate le illuminazioni complessive dall'unico numero 1,68. Le differenze fra i due risultati, riferite a ciò che interessa, cioè alla il-

[2] Rimanendo, s'intende, nel campo dei casi che realmente possono presentarsi.

[3] Si può anzi osservare che nemmeno nel caso in questione è giustificato il supporre nullo il coeff. di diff. del pavimento; sia perchè il pavimento è in parte sostituito, agli effetti della diffusione, dai tavoli, ricoperti di tovaglie bianche; sia perchè, a meno che il pavimento sia... di velluto nero, la luce ch'esso diffonde, se non colpisce direttamente i tavoli, vi giunge dopo una seconda diffusione, operata dalle pareti o dal soffitto.

luminazione complessiva, sono talvolta in un senso, talvolta nell'altro, e più precisamente:

Per il piano dei tavoli . . . . del + 3 %
» » » del soffitto . . . . » + 15 %
» le pareti verticali . . . . » — 15 %

Data *la natura della questione* e *gli scopi* per i quali questi calcoli vengono fatti, sembra già difficile sostenere che queste differenze, che *rappresentano dei valori estremi*, siano proprio tali da consigliare nettamente l'abbandono di un criterio di calcolo per il cui impiego non occorre nè ricordare considerazioni più o meno complicate, nè scrivere e risolvere sistemi di equazioni; tanto più che un po' di buon senso permette generalmente di prevedere quali siano le pareti che si avvantaggiano dell'illuminazione diffusa in più od in meno della media. Ma v'è un'altra circostanza, assai importante, di cui bisogna tener conto.

Il confronto numerico di poc'anzi è stato fatto nella ipotesi implicita che il metodo indicato dall'Ing. Dispenza sia esatto; o, per lo meno, abbia un grado d'approssimazione molto maggiore del metodo già noto. Ora, un esame più attento dell'articolo dimostra che questa ipotesi è lontana dall'essere verificata.

L'articolo, veramente, comincia iniziando in forma rigorosa la trattazione di un caso molto generale. Ma subito dopo le prime righe, e non appena si presenta la necessità di giungere a risultati concreti, l'A. avverte la necessità di ipotesi semplificatrici da introdurre ancora nel problema « ridotto »; ed una, fra altre, ne introduce, nel 1° paragrafo, che semplifica bensì la trattazione, ma che *ne pregiudica ogni sostanziale esattezza*: la ipotesi che ciascuna delle varie superficie dell'ambiente considerato abbia luminosità *uniforme*. Gli accenni che più volte sono stati fatti nei riguardi delle forti differenze di illuminazione che sussistono in realtà nei vari punti d'un medesimo ambiente rendono superfluo l'insistere su questo punto con considerazioni di carattere generale; ma non sarà inutile qualche osservazione su quello che si verifica, in particolare, nello stesso caso numerico sopra citato. Poichè le lampade da 3500 lumen collocate nell'ambiente sono ad incandescenza ed a globo di vetro opalino, senza riflettore, la loro superficie fotometrica sarà poco diversa dalla sferica (ad ogni modo, deviazioni sensibili da questa forma non influiscono molto su quanto segue); ebbene, in questa ipotesi si calcola facilmente che sulle pareti verticali il minimo di illuminazione *diretta* è di circa 3,3 *lux*, mentre il massimo è di 19 *lux*: la differenza supera, dunque, il 450% del valore minimo. Ed è ancor peggio quello che si verifica sul soffitto; in quanto, anche escludendo le zone in ombra prodotte dalle sospensioni, il minimo (sempre di illuminazione *diretta*) è di soli 3 *lux*, mentre il massimo supera certo i 40 *lux* (la illuminazione giunge a 46 *lux* alla distanza di un metro dal piede della normale condotta dalla lampada al soffitto); sicchè la differenza supera di molto il 1000%. Queste differenze diventano minori allorchè alla illuminazione diretta si sovrappone quella, più uniforme, dovuta alla luce diffusa (cioè ai flussi indiretti); ma qualche calcolo di massima dimostra che le differenze finali restano (in questo caso, naturalmente) dell'*ordine* del 200% per le pareti verticali e del 400% per il soffitto; cioè, che il massimo d'illuminazione che si verifica, ad es., sul soffitto è il *quintuplo* del minimo. Di fronte alla *reale* esistenza di così grandi differenze fra i vari punti d'una medesima superficie, differenze che esercitano sicura influenza sulla ripartizione del flusso diffuso fra le superficie vicine, non possono non suscitare dei dubbi le pretese di esattezza di un metodo che assume come ipotesi fondamentale la uniformità di illuminazione. Ed è lecito chiedersi quale significato possa avere il dare i valori del flusso luminoso indiretto ricevuto dalle varie pareti con *quattro* cifre significative; e quale risultato possa eventualmente conseguire all'infuori di quello, certamente involontario, di indurre in chi legge una idea errata del grado d'approssimazione raggiunto.

La reale *non* uniformità di illuminazione delle varie pareti degli ambienti esercita la sua massima influenza proprio sulla *ripartizione* fra le superficie circostanti del flusso luminoso diffuso, cioè sulla incognita principale del problema trattato dall'A., su quello che costituirebbe la superiorità della nuova trattazione; la quale, dunque, sembra atta a dare con qualche sicurezza solo il valore *medio* dell'effetto nell'ambiente della luce diffusa, compensandosi sensibilmente nella media gli errori commessi nella valutazione della ripartizione relativa alle singole pareti. Ora, è appunto questo valore medio quello che viene senz'altro fornito anche dall'altro metodo; e le cifre poc'anzi date nei riguardi dell'esempio numerico trattato dall'A. permettono di concludere, tenendo conto dell'entità degli scarti e del loro segno, che in generale l'approssimazione conseguibile col nuovo metodo in ambienti chiusi non è di un ordine di grandezza superiore a quella ottenibile con l'altro.

4. — I dubbi accennati nelle righe precedenti acquistano, infine, importanza certamente maggiore nei riguardi della seconda applicazione che l'A., sia pure con qualche riserva, fa del suo procedimento, studiando la illuminazione degli ambienti *aperti*; nel quale caso pare proprio che la ipotesi della uniforme luminosità delle varie pareti diffondenti (suolo stradale, pareti degli edifici) renda il problema trattato troppo diverso dal problema vero.

LETTERE ALLA REDAZIONE

Ancora sul sistema Cristiani di trazione ferroviaria ad aria compressa.

Riceviamo e pubblichiamo:

Nel n. 31 del 1920 di questo giornale l'ing. Michele Ferrero esponeva un sistema di utilizzazione delle locomotive a vapore mediante funzionamento ad aria compressa, alimentando la caldaia con tender accumulatori ad alta pressione, inventato dal sig. Severino Cristiani.

Non molto dopo nel giornale il Sole *dell'8 dicembre 1920 l'ing. Secondo Sacerdote espose un altro sistema dello stesso Cristiani, che eliminava il tender accumulatore e lo sostituiva con un motocompressore, destinato a comprimere il vapore prodotto inizialmente da una caldarina e restituito dai cilindri.*

Nel n. 4 del 1921 di questo giornale stesso l'ing. Giovanni Degola ha diffusamente dimostrato la inattuabilità pratica del primo sistema Cristiani; ma, subito dopo, nello stesso numero, l'ing. Alfredo Mauceri rivendica al Cristiani di aver per primo sfruttato l'idea di convertire un impianto termico in impiamto ad aria compressa.

Poichè il tema delle motrici ad aria compressa comincia ad appassionare gli studiosi e gli industriali, sento il dovere di far noti, per la verità storica, alcuni fatti.

Il sistema di usare tender accumulatori ad alta pressione, che si porta come una invenzione del Cristiani, era stato da me ideato e brevettato fin dal 6 Settembre 1919 (Brevetto n. 275-124), circa cinque mesi prima del brevetto Cristiani.

Il principio generale delle motrici ad aria compressa è tutt'altro che una novità — basta pensare alla tramvia ad aria compressa, sistema Mekarski, apparsa all'esposizione di Parigi del 1878. Da allora in poi furono fatte infinite prove, specie in Francia e in America, per applicare l'aria compressa alla trazione, ma con risultati poco soddisfacenti. Io stesso, dopo numerosi esperimenti, eseguiti nello stabilimento Locatelli, che mise a mia disposizione compressori, bombole ed altro, dovetti convincermi della non praticità del sistema, per tutte le ragioni che l'ing. Degola ha egregiamente esposto. Perciò restai nel silenzio onde non espormi a confutazioni che non potevano mancare.

Col secondo sistema — per quanto se ne può inferire dalla breve esposizione del Sacerdote — il Cristiani è caduto nel ciclo proposto da Sadi Carnot nel 1824, e che fu abbandonato perchè richiedeva un cilindro a bassa pressione con un volume 40 volte più grande di quello ad alta. Un cilindro simile occorrerebbe anche nel ciclo a vapore proposto dal Cristiani, e oltre a non essere pratico per la enorme grandezza, procurerebbe molta resistenza di attrito nel funzionamento (richiedendo perciò un motore Diesel di una potenza molto superiore a quella della locomotiva), molta perdita di calore per trasmissione all'ambiente, e la caldarina di 100 litri sarebbe insufficiente a far fronte alle inevitabili fughe di questo ciclo chiuso.

L'applicazione pratica di un motore Diesel ad una locomotiva, lasciando ad essa tutta l'elasticità di potenza che oggi gode, può essere ottenuta; di ciò mi sono convinto in seguito a studii ed esperimenti da me fatti sull'importante argomento, e se ne potrebbe ottenere di raggiungere il HP/ora con 200 grammi di olio pesante. Un tale ciclo che risulterebbe aperto, e sul quale ho preso parecchi brevetti, è ancora oggetto di esperimenti, i cui risultati spero poter presto esporre ai lettori di questa rivista.

Roma, 21 Febbraio 1921. FAUSTO ZARLATTI.

:: SUNTI E SOMMARI ::

ELETTROFISICA.

M. DELANGE. — **I prodotti della desintegrazione del radio e la costituzione dell'atomo.** (Bull. Soc. Belge des Electr., vol. XXXIV, pag. 128 e R. G. E., 18 Settembre 1920, vol. VIII, n. 12, pag. 373).

La scoperta delle sostanze radioattive e della natura delle radiazioni che ne emanano è stata il punto di partenza di nuove teorie sulla costituzione della materia. L'analisi della radiazione del radio rivelò la presenza di tre specie di radiazioni, già note nei tubi di Crookes, e cioè i raggi α positivi, deviabili da un campo elettromagnetico o elettrico, capaci di traversare fogli d'alluminio di 0,04 mm i raggi β negativi, deviabili in senso inverso agli α e capaci di traversare un foglio di alluminio di 0,5 mm ed infine i raggi γ non deviabili, simili ai raggi *X*, molto penetranti, capaci di traversare uno spessore di piombo di 1 cm con poca attenuazione.

I raggi α che formano la maggior parte della radiazione del radio sono dei veri atomi quattro volte più pesanti dell'idrogeno e portanti due cariche di elettricità positiva; essi costituiscono l'elio già scoperto nella fotosfera solare. Dal radio è generata anche una sostanza gassosa, l'emanazione o niton il cui peso atomico è 222. Nella radioattività si ha distruzione degli atomi di radio e produzione d'atomi d'emanazione. La trasmutazione è discontinua, cioè senza graduale passaggio intermedio, fra il radio ed il niton, si produce bruscamente per esplosione. L'atomo di radio (p. a. 226) da luogo ad uno di niton (p. a. 222) e ad uno di elio (p. a. 4); la legge di conservazione della materia è quindi pienamente verificata.

Il niton non è l'ultimo termine della desintegrazione del radio poichè a sua volta si disgrega dando un atomo di radio *A* (p. a. 218) ed uno di elio (p. a. 4). Le trasmutazioni continuano dando successivamente origine ai derivati radio *B*, *C*, *D*, *E*, *F*, *G* e a un atomo di elio o ad un elettrone (raggio β). Questo non avendo esistenza materiale, la trasmutazione avviene senza modifica del peso atomico. Così quello del radio *B* e quello del radio *C* sono identici e pari a 214, il cambiamento non risultando che dal distacco d'un raggio β. Fra i derivati dal radio si constata che il radio *F* è il polonio già scoperto nel minerale di uranio.

Attraverso parecchi stadii di disintegrazione dell'uranio, che danno luogo a produzione di elio e di elettroni β si giungerebbe al radio. L'ultimo prodotto della disintegrazione di questo sarebbero cinque atomi di elio, quattro raggi β e il radio *F*, *G*, il cui peso atomico è identico a quello del piombo (206). Questa corrispondenza insieme al fatto che nel minerale di radio si riscontra generalmente del piombo sembrerebbe provare che questo è un derivato della desintegrazione del radio.

Secondo le nuove teorie l'atomo sarebbe formato di un piccolo e denso nucleo centrale di particelle di elio rappresentante il peso dell'atomo caricato positivamente. Insieme all'elio, che sarebbe quindi l'elemento primordiale della materia, si troverebbe anche dell'idrogeno. L'atomo però è elettricamente neutro, e per spiegare questo suo stato bisogna ammettere che nella sua composizione entri un numero di cariche negative, o elettroni, sufficiente alla neutralizzazione. Attorno al nucleo si troverebbero differenti orbite percorse dagli elettroni stessi che non hanno influenza nel peso. Il numero di quelli che si trovano nell'orbita più esterna al nucleo dà il valore della valenza del corpo in esame. Tale valore è identico a quello fissato nella classificazione di Mendeleyeff.

A. Bz.

* *

MATERIALI.

E. GUMLICH — **Sulla dipendenza delle proprietà magnetiche, della resistenza specifica e della densità delle leghe del ferro dalla composizione chimica e dal trattamento termico.** (El. u. M. 1° febbraio 1920, n. 5, vol. 38, pag. 49).

L'A. dà notizia di alcune ricerche eseguite per iniziativa della Associazione degli elettrotecnici tedeschi su diverse qualità di ferro. Le prove abbracciarono anzitutto sette qualità di ferro commerciale; una prova fu fatta con ferro elettrolitico purissimo di Fischer; una, eseguita dal prof. Goerens, con ferro straordinariamente puro, ma intenzionalmente arricchito di ossigeno; altre con leghe di contenuto percentuale sistematicamente aumentato di *C* (fino 1,8%), di *Si* (fino 8,5%), di *Al* (fino 10,5%), di *Mn* (fino 16%).

Le misure che riguardano le determinazioni della densità, della resistenza specifica, del coefficiente di temperatura, della resistenza, del I e II punto critico e specialmente delle proprietà magnetiche, dovevano non soltanto stabilire quantitativamente la dipendenza di queste in relazione al trattamento termico, e rendere possibile in dati casi pratiche applicazioni, ma altresì dovevano far conoscere l'influenza delle impurità di tutti i materiali del commercio e, mediante estrapolazione all'indietro fino al valore zero dei componenti le leghe, mostrare le proprietà finora poco conosciute del ferro puro.

Il trattamento termico consistette in ripetuti processi di riscaldamento a temperature fra 600° e 1100° con diverse rapidità di raffreddamento fino alla tempera.

Si fece uso, per le prove, di sbarre e di fasci di striscie di lamiera riscaldate in stufe elettriche con pareti di platino o in stufe a gas. Le stufe elettriche furono riempite di varî gas ovvero vuotate fino a 20 mm di Hg.

La densità fu determinata con la bilancia idrostatica. L'A. riporta i risultati delle misure esprimendoli per mezzo di relazioni lineari fra la densità e il contenuto percentuale della sostanza aggiunta. Per il ferro puro fu trovato ad es. $d = 7,876$, per le leghe al silicio $d = 7,876 - 0,0622\,p$ ed analogamente per le altre leghe (fig. 1).

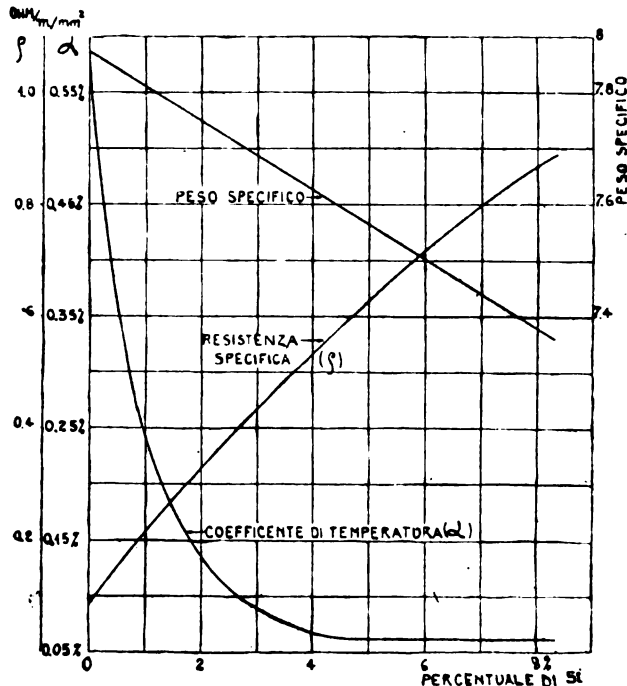



Fig. 1.

La resistenza specifica del ferro puro e delle leghe di ferro, in dipendenza dalla temperatura e dal contenuto percentuale del componente, ha grande importanza scientifica e tecnica per il noto speciale vantaggio della riduzione delle correnti parassite. Le misure di resistenza furono fatte su barre cilindriche col metodo della caduta di tensione e anche qui si rappresentano i risultati per mezzo di relazioni di 1° o di 2° grado fra la resistenza e la percentuale di *C*, di *Al*, di *Si*, di *Mn*. Per es. per le leghe al silicio si ha all'incirca $R = 0,099 + 0,12\,p$ per m/mm².

L'autore ricorda che il primo punto critico segna la temperatura a cui avviene la soluzione del *C* nel ferro a temperatura crescente e la separazione del *C* dal ferro a temperatura lentamente decrescente, mentre il secondo indica la temperatura della sparizione e rispettivamente della ricomparsa della magnetizzabilità del ferro. Fu constatato che tanto nelle leghe di *Si* che in quelle di *Al* il primo sale con l'aumento del componente, il secondo s'abbassa. Con leghe a circa il 2%, i due punti si sovrappongono; con leghe a tenore più alto il primo punto critico non fu trovato, poichè il maggiore contenuto di *Si* impedisce la soluzione di *C* nel *Fe*, fatto questo di speciale importanza, sul quale si ritorna in seguito. Particolare interesse acquista l'andamento del II punto critico per il *Mn*, perchè con l'aumentare del suo contenuto il punto suddetto può venirsi a trovare, a temperatura crescente e calante, a 100° di differenza; e con speciali trattamenti termici si possono ottenere delle leghe (12% *Mn*) in istato magnetizzabile o no e di differente densità.

Mentre poi la densità e la resistenza specifica dipendono soltanto in minima parte dal trattamento termico, questo ha grande influenza sulle proprietà magnetiche. Per ottenere un miglioramento nel materiale magnetico sembra assai opportuno un riscaldamento non troppo lungo (da 6 a 12 ore) ma ripetuto, a circa 800°, meglio se fatto nel vuoto. Più alte temperature esercitano, tranne rare eccezioni, un'influenza dannosa. Ripetendo il riscaldamento, dopo un certo numero di volte, che varia a seconda delle dimensioni del materiale, si ottiene un miglioramento; oltre questo numero il miglioramento diminuisce o scompare; materiali sottili, specialmente lamierini, raggiunsero il massimo miglioramento dopo il primo o secondo riscaldamento; tondini e sbarre migliorarono al quarto riscaldamento in atmosfera di *N*, mentre nel vuoto si poterono migliorare al secondo riscaldamento. Questi fenomeni si possono spiegare con le seguenti ipotesi: il processo di riscaldamento non produce un miglioramento molecolare, ma all'incontro un peggioramento durevole. Mediante il riscaldamento però, specialmente nel vuoto, vengono eliminati i gas che si trovano abbondantemente nel ferro, sopratutto l'*O* che ne peggiora notevolmente le proprietà magnetiche. Per sè solo l'*O* sciolto nel *Fe* non

si lascierebbe espellere mediante riscaldamento; viene eliminato invece, in forma di « CO » o di « CO_2 », insieme al C, il quale come impurità assai dannosa si trova in maggiore o minore quantità in qualsiasi materiale di ferro commerciale. Quindi mediante il riscaldamento ha luogo una decarburazione dall'esterno all'interno e con ciò un miglioramento del materiale; il quale miglioramento col progredire della decarburazione diviene sempre più lento, ed infine, quando una delle due impurità è eliminata, cessa ed è sostituito dal peggioramento molecolare dovuto al surriscaldamento. In base a quest'ipotesi si spiega anche facilmente il fatto che lamine sottili raggiungono il massimo miglioramento più presto che non quelle di maggior spessore e che si può rendere ottimo un materiale del commercio ordinarissimo, quando per caso esso contenga tanto delle due impurità, C ed O, da poterle eliminare insieme quasi completamente. Così p. e. la forza coercitiva d'un materiale comune del commercio cadde mediante riscaldamento nel vuoto da 1,5 a 0,37 Gauss, mentre con altro materiale press'a poco della stessa composizione chimica non si potè ottenere neanche approssimativamente lo stesso risultato.

L'influenza del C sulle proprietà magnetiche consiste nell'aumentare la forza coercitiva e la perdita d'isteresi, nel diminuire la permeabilità e il valore di saturazione e tutto ciò in misura molto maggiore se il materiale viene temperato, che se viene lasciato raffreddare lentamente. Poichè la forza coercitiva può valere approssimativamente come misura della perdita per isteresi, risulta dalle osservazioni fatte che un'impurità con 0,1% C, come quasi sempre si trova nel materiale ordinario del commercio, press'a poco raddoppierà la perdita di isteresi; mentre essa sarebbe per lo meno centuplicata dopo la tempera. E' quindi di grande importanza tenere per quanto è possibile scevro da C il materiale destinato alla costruzione di dinamo, trasformatori ecc. e di curare sempre un lento raffreddamento dopo la fusione e la laminazione.

Le leghe di *Si* e di *Al* mostrano molta simiglianza fra loro nei riguardi magnetici, ma non si sono ottenuti finora con leghe di *Al* risultati così eccellenti come con le leghe di *Si*, ciò che probabilmente dipende dalle imperfezioni della difficile preparazione tecnica. L'applicazione delle leghe fu fatta sopratutto con l'intenzione di diminuire le perdite per correnti parassite, basandosi sulla loro superiore resistenza specifica. Ben presto però si vide che anche le proprietà magnetiche del materiale fondamentale guadagnavano assai con l'aggiunta del *Si*, cosicchè da principio si credette ch'esso migliorasse direttamente le proprietà magnetiche del ferro, ma secondo l'A. non è così: poichè aumentando il contenuto di *Si*, il valore di saturazione non aumenta ma diminuisce, ed anche l'influenza *diretta* sulla forza coercitiva e sulla perdita d'isteresi è sfavorevole. L'effetto del *Si* nei riguardi magnetici è *indiretto*, in quanto esso ed anche l'*Al*, con un contenuto di almeno $2 \div 3\%$, neutralizzano l'effetto dannoso del C sia col provocarne la separazione dal ferro sia col favorire la costituzione di composti magneticamente innocui. Quindi un ferro assai puro sarà sempre superiore nei riguardi magnetici alla migliore lega di *Si;* ma il grande vantaggio di quest'ultimo consiste in ciò che anche materiale ordinario contenente una quantità abbastanza forte di C può essere assai migliorato con l'aggiunta del *Si*: dal 3 a 4% al massimo; con percentuale maggiore il materiale non si lascia più bene laminare.

M. Pa.

* *

RADIOTELEGRAFIA E RADIOTELEFONIA.

L. W. AUSTIN — **Calcolo della capacità di un'antenna R. T.** (Proc. Inst. Radio Eng., aprile 1920, vol. VIII, n. 2, pag. 164).

G. W. O. HOWE — **La capacità di lamine e di aerei R. T.** (Radio Rev. novembre 1920, n. 14, pag. 710).

Nell'articolo citato, il Dott. Austin, dopo aver accennato all'incertezza che sussiste nella predeterminazione della capacità di un'antenna, in base ai suoi elementi geometrici, osserva che le formule proposte dal Howe e dal Cohen per il calcolo di tale capacità, a meno che non siano sviluppate in curve o tabelle, sono di calcolazione alquanto laboriosa e per di più valgono solo per antenne di forma simile a quella per cui sono state dedotte.

Per contro, l'Autore propone, per antenne di forma non troppo allungata, ed i cui fili non siano troppo distanziati, la seguente formula empirica:

$$C = (4 \sqrt{a} + 0{,}885 \frac{a}{h}) \, 10^{-5} \, \mu F \qquad (1)$$

in cui a è l'area in m² ed h l'altezza media in metri.

A tale formula, per renderla applicabile ad aerei in cui il rapporto fra la lunghezza l e la larghezza b sia maggiore di 8, l'A. aggiunge un fattore di correzione, dimodochè la formula precedente diviene:

$$C = (4 \sqrt{a} + 0{,}885 \frac{a}{h}) (1 + 0{,}015 \frac{l}{b}) \, 10^{-5} \, \mu F \qquad (2)$$

L'Autore fa osservare, come la formula (1) sia in effetto la somma delle ordinarie espressioni della capacità di un disco isolato nello spazio e della capacità di un condensatore formato di due lamine, in cui si trascuri l'effetto degli orli. Queste equazioni danno un'approssimazione del 10% per la parte superiore e piana delle antenne, a cui bisogna naturalmente aggiungere la capacità delle cadute, quella dei sostegni ecc. ecc. L'Autore conclude con altre considerazioni sulla maggiore o minore approssimazione delle formule per i diversi tipi di aereo, e fornisce tabelle comparative fra i valori della capacità calcolata e di quella effettiva.

Le formule dell'Austin, dedotte empiricamente, sono convalidate da una deduzione teorica, presentata da Howe. Questi calcola la capacità di un aereo supponendo che per una carica statica, in luogo di essere, come è in realtà, costante la distribuzione del potenziale e variabile quella della quantità di elettricità, sia costante la distribuzione di Q e variabile quella di V. Egli quindi calcola il potenziale medio dell'aereo, e dal suo rapporto alla quantità di elettricità deduce C (capacità).

L'espressione cui egli arriva per un rettangolo conduttore, isolato nello spazio, è la seguente:

$$C \text{ (in cm.)} = k \sqrt{b\,l} = k \sqrt{a}$$

in cui b = larghezza in cm, l = lunghezza in cm; a = area in cm²; e k è un coefficiente che dipende solo dal rapporto $\frac{b}{l}$. Per valori di questo rapporto non superiori a circa 12, il valore k è dato da

$$k = 0{,}324 \, (1 + 0{,}0375 \frac{l}{b})$$

Sostituendo tale valore nell'espressione di C e esprimendo questa in μF e l, b in metri ed a in m², si ha

$$C = 3{,}6 \sqrt{a} \, (1 + 0{,}0375 \frac{l}{b}) \, 10^{-5} \, \mu F$$

Questa è la capacità dell'aereo considerato isolato nello spazio. Se si vuole introdurre l'effetto della presenza della terra, tale espressione diviene:

$$C = \left[3{,}6 \sqrt{a} + 0{,}58 \frac{a}{h} (1 + 0{,}0375 \frac{l}{b})\right] (1 + 0{,}0375 \frac{l}{b}) \, 10^{-5} \, \mu F$$

in cui h è l'altezza dell'aereo in m. Questa formula è molto simile a quella (2) data dall'Austin, come è facile verificare attribuendo nelle due espressioni vari valori al rapporto $\frac{l}{b}$; la loro differenza è in genere tanto piccola da ricadere nell'ordine di grandezza degli errori di misura.

C. C.

:: :: :: CRONACA :: :: ::

TELEGRAFIA, TELEFONIA.

Telefonia e telegrafia multiple ad alta frequenza. — In una recente comunicazione del « Telegraphen - Versuchsamt » *K. W. Wagner* riferisce intorno ai risultati di esercizio dei sistemi di telefonia e telegrafia multiple, adottati dall'amministrazione tedesca in base all'esito favorevole delle prove eseguite sul principio del 1919 fra Berlino e Hannover. E' stato necessario affrontare un gran numero di problemi tecnici e scientifici, che il Wagner raccoglie nel modo seguente e che danno un'idea dell'imponente lavoro, in corso di svolgimento presso il Versuchsamt:

1) Ricerche su un gran numero di differenti schemi e dispositivi di telefonia e telegrafia ad alta frequenza.

2) Ricerche sui fenomeni fisici che si svolgono nei trasmettitori e nei ricevitori di telefonia ad alta frequenza; sul modo migliore di sovrapporre la corrente telefonica a quella ad a. f. in partenza e di ricavarla da essa in arrivo; sulla riproduzione della voce nel circuito ricevente ecc.

3) Ricerche sugli amplificatori della voce.

4) Ricerche sugli amplificatori ad a. f.

5) Studio degli amplificatori intermedi.

6) Misure ad alta frequenza sulle condutture aeree e sui cavi di varia costruzione; determinazione dell'attenuazione e della resistenza d'onda; misura delle perdite dielettriche; ricerche sull'induzione ecc. ecc.

Rimandando ad altra comunicazione i risultati di tali ricerche, il Wagner accenna solo allo sviluppo effettivo delle applicazioni. La linea Berlino Hannover (300 km di filo di bronzo da 3 mm), dopo alcuni ritocchi agli apparecchi per renderli di più semplice e sicuro maneggio, è in funzione dal principio di ottobre 1919 come linea telefonica tripla e nelle 8 a 10 ore di servizio giornaliero vengono scambiate, su ciascuno dei tre circuiti, in media 120 conversazioni di 3 minuti. La riproduzione della voce è almeno altrettanto buona, quanto nei circuiti comuni, col vantaggio che risulta libera dai rumori (dovuti per lo più al cattivo contatto a terra), che accompagnano spesso e talvolta offuscano le comunicazioni ordinarie. Gli apparati ad alta frequenza, alle due teste di linea, sono raccolti in camere separate e sottoposti alla sorveglianza di un tecnico e di una sua aiutante; ma tale sorveglianza è così semplice da poter bastare per un numero assai grande di apparati senza bisogno di accrescere il personale. Al di fuori di codeste camere le manovre di inserzione e di collegamento con gli abbonati sono fatte dal personale ordinario, tal

quale come se si trattasse di tre linee comuni. Più recentemente lo stesso sistema di telefonia tripla è stato esteso con successo alla linea Berlino-Francoforte (600 km).

Gli apparecchi usati sono tutti a valvole ioniche, con generatori di onde, la cui lunghezza è regolabile fra 200 e 20 000 m, mentre la potenza oscillatoria è dell'ordine di 10 W. Gli apparecchi sono stati studiati dal Versuchsamt e dalla Telefunken e vengono costruiti principalmente da codesta società, oltre che dalla Siemens & Halske e dalla « Deutsche Telephonwerke ». Anche i tipi di valvole sono Telefunken e Siemens.

Il Wagner afferma che non vi sarebbe alcuna difficoltà a eseguire « impianti di parata » con dieci o più comunicazioni sullo stesso filo; ma non è questo il problema che oggi si impone, bensì quello di soddisfare alle esigenze urgenti del traffico, utilizzando meglio *tutte* le linee esistenti.

Meno pressante, sebbene urgente anch'esso, è l'aumento della potenzialità di traffico telegrafico. Anche a questo è stato applicato il sistema multiplo ad alta frequenza, continuandosi naturalmente a fare la trasmissione e la ricezione con i telegrafi a macchina del tipo Siemens. Perciò è stato necessario applicare alla ricezione amplificatori ad alta e a bassa frequenza, usando fra l'altro con molto successo anche tipi speciali di valvole a due griglie. Un impianto di questo tipo funziona già da oltre un anno sulla Berlino-Francoforte utilizzando una linea, che continua a funzionare come linea telefonica ordinaria, anche come doppia linea telegrafica capace di smaltire in media 2000 telegrammi nelle 8-9 ore di servizio giornaliero. Più recentemente si è passati alla telegrafia sestupla (sempre in più della telefonia ordinaria sulla medesima linea Berlino-Francoforte, su filo di bronzo da 4 mm) con un impianto capace di trasmettere, in un servizio giornaliero di 8 ore, 16 000 telegrammi della lunghezza media di 10 parole da 6 lettere, con l'uso, naturalmente, di macchine rapide. Infine un altro servizio di telefonia ordinaria e di telegrafia duplice con macchine Hughes sul medesimo filo funziona regolarmente fra Berlino e Magdeburgo (150 km); ed altri impianti analoghi sono in corso per riportare, dice il Wagner, i servizi telefonici e telegrafici tedeschi all'antico splendore.

:: Note Economiche, Politiche e Finanziarie ::

Quotazioni dei titoli interessanti l'elettrotecnica durante il 1920 (in percento del valore nominale di emissione).

Le ordinate del diagramma danno il valore percentuale dei diversi titoli rispetto al loro valore nominale di emissione. Così, per es. per un titolo emesso a L. 250 e quotato a L. 335, il diagramma dà il valore $\frac{335}{250} \times 100 = 134\%$.

:: :: DOMANDE e RISPOSTE :: ::

Saranno pubblicate in questa rubrica le domande e le questioni rivolteci dai lettori, che presentino un interesse generale, e, successivamente, le migliori risposte ricevute. Indirizzare domande e risposte esclusivamente alla Redazione de «L'Elettrotecnica» - Via S. Paolo, 10 - Milano

Paradosso o errore?

Un giovane Ingegnere ci scrive:

« *Con energia elettrica di un impianto in fondo valle decompongo l'acqua: vendo l'ossigeno come sottoprodotto; l'idrogeno, lungo apposita conduttura sale ad un altopiano superiore. Lassù l'idrogeno combinandosi con l'ossigeno dell'aria mi rende (prescindo dai rendimenti industriali) l'energia spesa per la dissociazione dell'acqua; ma ottengo dell'acqua ad alta quota che, discendendo al fondo valle mi può dare dell'altra energia.*

Se si tien conto dei rendimenti del processo elettrolisi, dei motori termici che dovrebbero utilizzare lassù l'energia di combinazione dell'idrogeno, e delle turbine idrauliche, si vede che occorrerebbe un dislivello di parecchie migliaia di metri per avere un qualche utile; ma la cosa può avere un certo interesse teorico. Si tratta di un errore di ragionamento o non sarebbe piuttosto questo il modo di « sfruttare » la gravità che fa salire l'idrogeno e fa discendere l'acqua? ».

Abbiamo già risposto al giovane Collega, ma il problema ci è sembrato interessante e degno di essere sottoposto alla curiosità dei lettori.

RISPOSTA

Ho ricevuto stamani l'*Elettrotecnica* del 25 u. s. ed ho letto: Paradosso od errore?

Ho concluso: errore. Perchè se si potesse sfruttare *teoricamente* ciò che suppone il proponente si avrebbe il moto perpetuo: (cosa impossibile).

In realtà il fenomeno si svilupperebbe così: scomponendo l'acqua noi dobbiamo spendere una certa energia che chiameremo *A* più quella corrispondente alla pressione atmosferica che si oppone a detta reazione, che chiameremo *B*.

Facendo combinare l'idrogeno ad una pressione ridotta (p. e. 1/10 dell'atmosferica) si otterrà la sopradetta energia *A* più quella corrispondente alla nuova pressione atmosferica che aiuta il fenomeno, che chiameremo *C*.

L'energia *B* è superiore alla *C* (salvo altre complessità del fenomeno) di quel tanto da produrre l'energia idraulica *D* che si crede ottenere gratis.

Rivarolo Ligure, 3 *Marzo* 1921.

Ing. Narciso Desinello.

:: LIBRI E PUBBLICAZIONI ::

PUBBLICAZIONI RICEVUTE

Domenico Ravalico. — *Radiotelefonia* - Vol. di 220 pag. con 83 figure - Edit. Lattes, Torino, 1920, legato in tela. - Prezzo L. 14.

M. Vieillard. — *Etude théorique de la T. S. F. extérieure. - Longueurs d'onde et propagation* - Paris, Gauthiers-Villars, Editeurs, 1921 — Vol. in 8° di XII-416 pagine con 55 figure. - Prezzo 55 fr.

« Ufficio Idrografico del Po » - Parma. — *Statistica delle aree dei bacini idrografici.* - Vol. II: *Tanaro dalle origini alla confluenza con la Bormida.* (Parma, Tipografia Orsatti e Zinelli. 1920).

Rag. Oronzo Valentini. — *Irrigazione e forza motrice in Puglia.* (Estratto dal Bollettino della « A. C. I. P. » novembre-dicembre 1920, n. 10 - Lecce, Tipografia Editr. Salentina, 1921).

« Ufficio centrale Idrografico » (Ministero dei Lavori Pubblici). — *Osservazioni pluviometriche raccolte a tutto l'anno* 1915. Vol. II. - *Bacino imbrifero del Po*, fascicolo I. - Tabelle - (Ordinate a cura del Prof. Filippo Eredia - Roma, Stab. Tip. per Amministrazione guerra, 1920).

« Consiglio Superiore delle Acque » (Servizio Idrografico) — *Bollettino mensile* della Sezione Autonoma del Genio Civile per il *Dominio del Litorale Romagnolo-Marchigiano* - Anno 1919, aprile-giugno. (Bologna, Stabil. Poligraf. Riuniti, 1921).

Associazione Elettrotecnica Italiana

Eretta in Ente morale il 3 Febbraio 1910

Il nuovo Presidente Generale dell'A. E. I. pel triennio 1921-1923.

Ing. Cav. ULISSE DEL BUONO (Roma)

✶

COMITATO ELETTROTECNICO ITALIANO.

I giorni 4 e 5 corrente si ebbero a Milano due importanti riunioni di Sottocomitati. Il giorno 4, sotto la Presidenza dell'Ing. Del Buono, si riunirono i colleghi Barbagelata, Catenacci, Norsa, Rebora e Semenza del Sottocomitato C. Esaminato il vasto programma di lavoro, si formarono quattro sottocommissioni speciali destinate a compiere il lavoro preparatorio e precisamente la prima (Del Buono, Catenacci, Norsa e Rebora) per lo studio della scala delle normali; la seconda (Semenza, Vallauri, Di Pirro e Revessi, membro aggregato) per lo studio delle correnti vaganti; la terza (Barbagelata, Catenacci, Norsa, Rebora e Vannotti) per la normalizzazione delle prove dei materiali isolanti; e l'ultima (Arcioni, Barbagelata, Carcano, Semenza e Campos, membro aggregato) per le norme per gli strumenti di Misura. Segretario del Sottocomitato C fu designato l'Ing. Norsa.

Più numerosa, il giorno 5, sotto la presidenza del Prof. Morelli, la riunione del sottocomitato B. Erano presenti Barbagelata, Catenacci, Ceradini, Errera, Ferraris, Rebora, Semenza, Vallauri e Vannotti. Designato a Segretario il Barbagelata, furono formate tre commissioni speciali: la prima (Belluzzo, Rebora e Vannotti) per i motori primi termici; la seconda (Morelli, Errera, Semenza e Vallauri) per le norme per i motori da trazione; la terza (Catenacci, Vallauri e Vannotti) per l'esame delle diverse proposte presentate dai Comitati stranieri e per la revisione generale delle Norme per le macchine. Essendosi poi deciso di procedere ad una seconda edizione delle Norme Italiane, includendo in esse tutto quanto fu già deliberato internazionalmente, si addivenne ad un utile lavoro di revisione della prima edizione in confronto coi rapporti delle ultime riunione internazionali.

✶

RIUNIONE DELLA COMMISSIONE ELETTROTECNICA INTERNAZIONALE a Bruxelles (*27-31 Marzo 1920*).

Relazione dell'Ing. G. SEMENZA, *Presidente del C. E. I.*

Come era stato annunciato nell'ultima riunione nel Marzo u. s. furono convocati a Bruxelles i Comitati Consultivi per la nomenclatura, i simboli, le macchine elettriche e le alte tensioni.

A delegati nostri per tali Comitati intervennero: per le macchine il Prof. Morelli: per le alte tensioni l'Ing. Del Buono, per i simboli e la nomenclatura l'Ing. Semenza. Presenti complessivamente alla riunione furono circa 40 delegati rappresentanti il Belgio, la Francia, l'Inghilterra la Svizzera, gli Stati Uniti, l'Olanda, la Spagna e l'Italia.

La riunione riescì assai importante perchè non solo una discreta quantità di lavoro venne compiuta, ma furono accettati ed introdotti principi che renderanno più rapido e produttivo il funzionamento della Commissione.

Come sempre la nostra delegazione tenne alto il nome italiano e contribuì largamente al progresso dei lavori. Certamente sarebbe desiderabile che la delegazione italiana potesse essere più numerosa giacchè il lavoro che si compie è piuttosto serrato e continuo e spesse volte uno stesso delegato dovrebbe intervenire a più riunioni contemporanee. Ma disgraziatamente le nostre finanze non permettono una maggiore larghezza da parte nostra.

Lasciando ai colleghi Prof. Morelli e Ing. Del Buono di riferire sui risultati dei lavori dei rispettivi Comitati, mi limiterò a parlare di quello dei simboli e della nomenclatura.

Simboli e nomenclatura.

Il Comitato dei simboli ebbe come Presidente il Prof. Janet. Ne facevano parte 2 delegati Belgi, 4 Inglesi, 5 Francesi, 2 Olandesi, 2 Svizzeri, 3 Americani, 1 Spagnolo e 1 Italiano.

E' inteso che tutte le deliberazioni prese dai Comitati Consultivi debbano venire sottoposte ai singoli Comitati Nazionali, per approvazione o modificazioni per cui si potranno, dopo lette queste relazioni, fare subito le discussioni relative, in modo che si possa inviare al più presto le osservazioni del nostro Comitato alla Segreteria Centrale.

Generalità. — E' stato proposto dai Francesi che la parola « simbolo » si usi in via generale, e che i simboli si distinguano in « notazioni » quando si tratti di lettera dell'alfabeto, e in « segni » quando si tratti di indicazioni grafiche. Sarà a vedere se questi vocaboli sieno soddisfacenti in italiano.

Modificazioni o completamento di alcune notazioni. — La Commissione Internazionale, nella riunione del 1919 aveva lasciato incarico al Comitato Consultivo dei Simboli di apportare alcune lievi modificazioni a quanto era contenuto nel fascicolo N. 27. Queste modificazioni sono assai semplici. Era rimasto in sospeso se per l'energia si dovesse usare ancora il simbolo U: venne deciso di adottarlo con una nota in margine che dica « impiegato in termodinamica ».

Il Simbolo per la frequenza venne soppresso.

Alla lista generale venne aggiunto un simbolo, N. 37 differenza di potenziale. V. U.

Si propone poi di aggiungere al N. 38 «forza magneto motrice».

Sono poi soppresse le note riguardanti alcune decisioni che si attendevano dai Comitati Tedeschi e Austriaci.

Notazioni per « chilo ». — I rappresentanti del Comitato Britannico espressero le grandi difficoltà che si oppongono a fare adottare il k, nel simbolo kW; essi propongono di adottare la K. Il rappresentante dell'Italia si è opposto a questa modificazione, sostenendo il principio che quando la Commissione abbia adottato un simbolo i Comitati Nazionali sono tenuti a farlo rispettare. In seguito a ciò il Comitato Consultivo ha deciso che il Comitato Britannico sia invitato a far osservare più largamente come possibile l'adozione del k (minuscolo).

Segni o simboli grafici. — Benchè l'Associazione Britannica di Standardizzazione avesse recentemente pubblicato una nota di simboli, in buona parte tolta dai nostri, ma con inopportune modificazioni, il Comitato Consultivo, per proposta degli stessi delegati britannici, decise di prendere in esame come base di discussione la lista dei simboli italiani.

La discussione è stata su vari punti molto lunga e difficile, ma il risultato è che la maggior parte dei segni italiani è stata adottata e soltanto alcune piccole differenze furono proposte.

Abbiamo diramato ai singoli Membri le modificazioni proposte e su queste discuteremo in seguito.

I singoli Comitati sono stati invitati ad inviare la lista dei simboli per telegrafia senza fili, ciò che noi abbiamo già fatto da tempo.

Classificazione della frequenza. — E' stato proposto di adottare le seguenti classificazioni:

Frequenza	bassissima	da	1	a	10	periodi per 1
»	bassa	»	10	»	100	» » »
»	media	»	100	»	1.000	» » »
»	alta	»	1.000	»	10.000	» » »
»	altissima	»	10.000	»	100.000	» » »
»	extra alta al di sopra di				100.000	» » »

Unità di forza magnetica. — Su questo punto non venne alcuna decisione e dietro nostra proposta fu demandato ancora ai Comitati Nazionali, di proporre eventualmente un nome di unità dell'induzione magnetica, ma dopo consultazioni colle Società Scientifiche locali. E' anche ammesso che un Comitato Nazionale possa domandare la soppressione dei nomi Gauss e Maxwell.

Nomenclatura. — In questo campo a Bruxelles si è fatto un passo assai importante. Come è noto di nomenclatura non si parlava più dal 1913, nella riunione generale di Berlino.

Prima di allora si era giunti attraverso difficoltà gravissime, dovute sopratutto ai delegati di lingua tedesca, a una lista di

parole e definizioni che venne a suo tempo spedita, e era stato dato incarico ai Comitati Nazionali di ricevere tale lista, limitatamente però a proporre cancellazioni di parole in essa contenute. Il Comitato Britannico in ossequio a tale deliberazione, aveva preparato una proposta di radiare dalla lista parecchie di queste parole, e molto tempo fu perso a discutere su questo inutile lavoro. Terminato il quale però, il delegato italiano dopo aver fatto constatare che a questo modo la nomenclatura non progrediva affatto e che d'altra parte 3 Comitati Nazionali avevano preparato dei veri vocabolari, e cioè l'Italia, la Francia e l'Olanda affermò esser tempo di passare a un lavoro più proficuo. Le proposte da noi fatte e adottate con leggere modificazioni furono che si prepari subito un vocabolario elettrotecnico internazionale, prendendo come base quello già preparato dai Comitati Nazionali. Il vocabolario dovrà contenere una definizione di ciascun termine in Inglese e Francese e dovrà essere facile trovare nella stessa pagina o in appendice opportuna, il termine equivalente nelle altre lingue.

Ciascun Comitato Nazionale sarebbe libero di pubblicare l'edizione nazionale, aggiungendo le definizioni nella propria lingua.

I Comitati Nazionali sono pregati di comunicare al più presto possibile il lavoro fatto all'Ufficio Centrale.

Approvata questa proposta, la quale seppelliva completamente il lavoro di revisione della lista del 1913, fu deciso di creare un Sottocomitato di nomenclatura a cui commettere il lavoro del vocabolario.

Tale Comitato fu composto con un rappresentante per ciascuna delle seguenti nazioni: il Belgio, la Francia, la Gran Bretagna, l'Italia, l'Olanda, la Spagna, gli Stati Uniti d'America e la Svizzera. Fu anche deciso che soltanto il Delegato ufficiale di ciascuna nazione, può partecipare alle discussioni, ma può essere assistito da un numero illimitato di colleghi.

Con questo dunque la creazione del vocabolario internazionale che sarà di grandissima utilità, entra nella fase attiva e noi dovremo oggi nominare il nostro delegato nel sottocomitato.

In una discussione generale il Prof. Janet, riassunse nei termini seguenti, i desideri generali che risortirono dalla discussione stessa.

a) E' della più grande importanza di unificare in tutti i paesi la nomenclatura e i simboli elettrotecnici.

b) E' egualmente della più grande importanza che, termini elettrotecnici, nuove definizioni e simboli, siano formulati tenendo presente la necessità dell'uso internazionale.

c) Vi è troppa tendenza generale ad adottare, in molti casi, termini elettrotecnici, definizioni e simboli che troppo spesso non si adattano all'uso internazionale.

Sono perciò pregati i Comitati Nazionali di adottare nei loro rispettivi paesi tutta l'influenza morale possibile per evitare l'adozione di termini, definizioni e simboli che potessero presentare serii ostacoli all'uso internazionale.

(Noi riteniamo che tutto ciò fosse diretto specialmente contro l'Associazione di Standardizzazione Britannica, la quale adopera termini e notazioni che sono tratte dalla loro lingua, senza alcun riguardo a quella degli altri. Comunque abbiamo dato di buon grado la nostra approvazione).

Una interessante discussione si è avuta intorno all'uso della parola voltaggio e di altre simili. Il nostro delegato ha sostenuto che tale parola non dovrebbe più usarsi, giacchè non è nè scientifico nè conveniente il confondere l'entità fisica con l'unità con cui la si misura.

La maggioranza dei delegati votò infatti per questo senso e furono pregati i Comitati Nazionali di fare il possibile perchè venga abbandonato l'uso delle parole quali, voltaggio, amperaggio, wattaggio etc.

I colleghi riferiranno sul lavoro fatto dagli altri Comitati Consultivi.

Chiuderò coll'inviare un ringraziamento al Comitato Belga per le cortesie usateci. Interessante e impressionante fu la gita da essi organizzata per visitare i campi di battaglia e i resti di Ypres e Dixmude. E una grata impressione ci fece lo spirito del popolo Belga il quale, come ebbi a dire nella riunione d'apertura, da l'esempio all'Europa di come si deve ritornare alla saggezza ed al lavoro.

*

Comitato Consultivo per le Macchine Elettriche.

Relazione del Delegato Italiano, Prof. E. MORELLI.

Il *Comitato Consultivo per le Macchine Elettriche* della Commissione Elettrotecnica Internazionale, venne dopo la Guerra, riunito una prima volta in Parigi nel Maggio 1919 per una discussione preparatoria, ed una seconda volta a Londra nell'Ottobre del 1919, in occasione della Riunione Plenaria. Collo scopo poi di proseguire gli studi iniziati con successo a Londra e di formulare un'altra serie di proposte da presentare alla prossima riunione Plenaria, venne indetta pel nostro Comitato (unitamente ad altri Comitati pei Simboli, la Nomenclatura e le Tensioni Normali) una serie di importanti riunioni a Bruxelles, nella Capitale di quella piccola Grande Nazione che fu esempio a tutti di eroismo in Guerra ed è ora esempio a tutti di saggezza e di ordinato ed intenso lavoro per la più rapida risurrezione a nuova vita.

I.

Il Comitato ha anzitutto proceduto alla revisione del lavoro fatto a Parigi ed a Londra, riassunto nel fascicolo 32 della C. E. I.

Di massima il riassunto venne approvato, per essere quindi raccomandato alla approvazione della Riunione plenaria. Vennero però fatte le seguenti osservazioni:

1° — Che conviene invitare i Comitati Nazionali a verificare se deve essere definitivamente confermato il valore di 75° per la temperatura di riferimento relativa al calcolo delle perdite variabili colla temperatura.

2° — Che conviene prendere in considerazione la proposta francese relativa a prove più severe di rigidità dielettrica per turbo-alternatori, sottoponendola anch'essa ai Comitati Nazionali: (Per Turbo-alternatore di tensione normale E fino a 2000 volt, prova a 1000 + 2 E; per tensioni E da 2000 a 6000 volt, prova a 2.5 E; per tensioni superiori a 6000 volt, prova a 3000 + 2 E).

L'aumento della tensione di prova rispetto a quella stabilita pei tipi ordinari di macchine, avrà per conseguenza di aumentare lo spessore dei tubi isolanti e quindi la caduta di temperatura attraverso ad essi; perciò si dovranno in conseguenza elevare i limiti per le temperature da accettarsi all'esterno dei tubi.

II.

In seguito il Comitato ha preso in esame il fascicolo 34 pubblicato dall'Ufficio Centrale di Londra della *Commissione Electrotecnica Internazionale*: *Règles de la C. E. I. pour les Machines Electriques* - (Tome 1 Mars 1920).

Tale fascicolo è il più importante e conclusivo finora edito dalla C. E. I. e rappresenta il risultato finale di tutto il notevole lavoro fatto dal nostro *Comitato Consultivo* e dalla intiera Commissione nelle numerose riunioni di Torino (1911), Parigi (1912), Zurigo e Berlino (1913), Parigi e Londra (1919). E' veramente confortevole e di vivo incoraggiamento il constatare il felice risultato finora conseguito, attraverso difficoltà internazionali, tanto più quando si noti che la Commissione non ha mai voluto finora ritenere come definitivamente approvato se non quando ha ottenuto la unanimità dei convenuti.

A) Il fascicolo 34 è diviso in 4 parti principali:

La prima parte delimita la portata delle Regole le quali si riferiscono per ora alle *macchine rotative* di potenza inferiore ai 750 kVA con nucleo di spessore inferiore ai 50 cm; nonchè a tutti i trasformatori senza raffreddamento ad acqua; per altitudini inferiori ai 1000 m ed in ambienti con non più di 40°. Vengono qui date le definizioni delle potenze per le varie categorie di macchine e la classificazione delle varie condizioni di regime C. E. I. continuo a regime C. E. I. a tempo limitato.

La seconda parte riguarda le indicazioni utili per le richieste di offerta e per le ordinazioni di macchinario elettrico.

La terza parte, più importante, specifica le condizioni alle quali deve soddisfare una macchina elettrica per potersi considerare come rispondente alle *norme della C. E. I.* ristrette, per ora, alle temperature limiti ed alle sopraelevazioni di temperatura ammissibile nelle varie parti, ai metodi di misura da adottarsi, alla temperatura ambiente di riferimento, alla durata e modalità delle prove, al coefficiente di variazione di resistenza colla temperatura, ecc.

La quarta parte, stabilisce poi quanto deve essere indicato sulle targhe caratteristiche e cioè tutte le indicazioni necessarie alla macchina considerata pel suo impiego nel servizio al quale è destinata, nonchè i diagrammi e le marche dei morsetti che possono eventualmente richiedersi.

Fatta eccezione di alcuna leggiera variante od aggiunta, il contenuto essenziale di queste quattro parti approvate delle Norme Internazionali, si accorda di massima con quanto è stato già da noi introdotto nelle *Norme Italiane*, approvate dal Comitato Elettrotecnico Italiano ed adottate dalla *Associazione Elettrotecnica Italiana* fin dal 1916. Tenendo il debito conto di quanto verrà ancora approvato internazionalmente nel 1920, il nostro Comitato farà al più presto alla A. E. I. le sue proposte di modifiche ed aggiunte alle Norme vigenti.

B) Oltre alle parti ora citate delle Norme Internazionali che già ebbero approvazione finale di una Assemblea Plenaria della C. E. I. il fascicolo 34 comporta 4 appendici relative a proposte del Comitato Consultivo, già fatte a Parigi ed a Londra e riprese in esame a Bruxelles.

L'appendice N. 1 si riferisce alle proposte formulate per le indicazioni dei morsetti ed i diagrammi vettoriali indicatori da mettersi sulle targhe caratteristiche dei trasformatori monofasi e polifasi. I Delegati Americani hanno informato il Comitato che da qualche tempo è applicato con buon esito agli Stati Uniti d'America un sistema generale di indicazioni, adatto per tutte le macchine elettriche: onde non impegnare intempestivamente la soluzione generale con una deliberazione relativa ai soli trasformatori statici, è stato deciso dal Comitato di attendere la regolare comunicazione Americana, di esaminarla e di formulare una nuova e completa proposta alla Riunione Plenaria della C. E. I.

L'appendice N. 2 riguarda anzitutto la temperatura limite dell'olio dei trasformatori, misurata al termometro e già proposta in 90°: essa viene confermata per sottoporla alla approvazione finale.

Così pure viene confermata la temperatura limite di 95° (misurata con aumento di resistenza) degli avvolgimenti immersi in olio o di altre parti pure immerse in olio, anche quando non vi siano affatto degli isolanti o vi siano degli isolanti che potrebbero essere sottoposti a temperature più elevate [1].

Viene deciso altresì di proporre definitivamente alla approvazione la temperatura di *25° come temperatura di riferimento per l'acqua raffreddante dei trasformatori.*

Furono poi prese in considerazione, per discuterle in seno ai Comitati Nazionali, dapprima e poi internazionalmente, le proposte della Commissione Svizzera che possono così riassumersi:

1 — Per trasformatori immersi in olio e raffreddati con acqua od aria all'esterno della cassa (le cui temperature di referenza adottate sono rispettivamente di 25° e di 40°) si raccomandano delle disposizioni mediante le quali, quando venisse a mancare la fornitura di acqua o di aria, si abbia un segnale od il distacco automatico del trasformatore della rete.

2 — Per trasformatori immersi in olio e raffreddati ad aria si raccomanda di adottare 5° di meno di quanto indicato nella tavola generale (pag. 16-17 delle Regole C. E. I.) sia per la massima temperatura osservabile ed ammissibile, sia per la sopraelevazione di temperatura. Per trasformatori immersi in olio e raffreddati ad acqua, si raccomanda invece 5° di meno per la massima temperatura e 10° più per la sopraelevazione. Quanto sopra è proposto per tener debito conto della tendenza che hanno a coprirsi di depositi, sia le superficie degli organi raffreddati dall'olio, sia quelle che trasmettono il calore dall'olio alle pareti esterne ed ai mezzi raffreddanti.

L'appendice N. 3 si riferisce alle prove della rigidità dielettrica, proposte a Londra e passate in revisione a Bruxelles. E' fissato che dette prove, salvo contraria stipulazione, si fanno nell'Officina Costruttrice, su macchina completa, nuova, a temperatura di regime: con tensione alternativa sinusoidale, partendo da tensione inferiore ad un terzo e facendola crescere rapidamente al valore stabilito, che poi viene mantenuto per 60", ed applicandola fra l'avvolgimento in prova da una parte e dall'altra parte all'ossatura (a cui saranno uniti il nucleo magnetico e gli avvolgimenti non soggetti a quelle prove). La tabella proposta a Londra si può quì riassumere brevemente come segue:

Tensione efficace di prova in volt,

1) Macchine rotative di potenza inferiore ad 1 kW (tensione normale E): $500 + 2E$;
2) Macchine rotative di 1 a 3 kW: $1000 + 2E$;
3) Macchine rotative sopra 3 kW: $1000 + 2E$; minimo 2000 volt;
4) Induttori di alternatori con tensione e di eccitazione inferiore ai 750 V: $10e$ minimo 2000, massimo 3500;
5) Induttori per motori sincroni:
   a) Avviati con induttori in corto circuito: $10e$ minimo 2000, massimo 3500:
   b) Avviati con induttori aperti ed isolati gli uni dagli altri: 5000 volt;
   c) Avviati con induttori aperti ma riuniti fra di loro: 5000 volt per e minore di 275; 8000 volt per e maggiore di 275;
6) Eccitatrici: da fissare;
7) Trasformatori in generale: $1000 + 2E$;
8) Trasformatori per tensioni primarie superiori ai 550 volt e con secondarii destinati al servizio di una pubblica distribuzione ai consumatori - Primario: $1000 + 2E$ minimo 10000; Secondario: $1000 + 2E$;
9) Avvolgimenti rotorici dei motori ad induzione non in corto circuito permanente:
   a) Motori irreversibili $1000 + 2E$ (E = massima tensione fra anelli);
   b) Motori reversibili $1000 + 4E$;
10) Apparecchi riuniti di un impianto di cui ciascuno ha già subito la propria prova: 0,85 della tensione più piccola applicabile ad uno di essi.

A Bruxelles, su proposta della Delegazione Italiana viene convenuto che le cifre indicate nella tabella non si applicano ai trasformatori di misura. Per la macchina a corrente continua di tensione normale superiore ai 5000 Volt, le tensioni efficaci indicate al N. 2, 3, dovrebbero, su proposta svizzera, ridursi a metà; non si farà riduzione se trattasi di tensione continua. Per i turbo-alternatori viene presa in esame la proposta francese di prove severe speciali, come già ricordato nella prima parte di questa relazione.

Nell'appendice N. 4 sono riportate varie definizioni di quanto noi indichiamo come potenza normale di una macchina elettrica, ed i francesi pare vogliono indicare colla parola *Régime* e gli inglesi con *Rating*: Dopo discussione, vengono invitati i Comitati Francese e Belga da una parte, ed i Comitati Inglese ed Americano dall'altra, ad accordarsi sulle definizioni francese ed inglese, rispettivamente onde avere poi una base per una intesa generale sul significato di Rating. La questione è molto più importante di quanto possa apparire a prima vista in quanto si collega alla classificazione delle varie specie di servizi ed alle definizioni correlative della potenza. In un recente rapporto i Comitati di lingua Inglese definiscono come rating di una macchina elettrica la potenza utile che il costruttore le assegna nelle condizioni indicate sulla targa caratteristica.

Distinte allora 5 specie di servizi (1) carico continuo e costante; (2) carico come sopra ma con notevole sovracarico d'avviamento; (3) carico continuo e variabile; (4) carico intermittente e costante; (5) carico intermittente e variabile; detti Comitati propongono di considerare 4 specie di rating.

1) *Il rating C. E. I.* continuo, il quale definisce il carico costante che la macchina può sostenere nelle condizioni specificate durante un tempo illimitato senza oltrepassare i limiti fissati nelle Norme della C. E. I.

2) *Il rating a tempo limitato*, distinguendo quello di un'ora e quello di mezz'ora.

3) *Il rating Duty-Cycles* relativo a macchina funzionante nei generi di servizio 3 e 5.

4) *Il rating C. E. I. doppio* comprendente i rating 1 e 2.

Tale discussione è ora aperta davanti ai Comitati Nazionali, come è aperta pure quella importante relativa alla classificazione degli isolanti, e quella connessa della forma della tabella per le temperature e le sopraelevazioni, in correlazione coi tre metodi fondamentali di misura delle temperature.

Le riunioni del Comitato Consultivo a Bruxelles si sono chiuse coll'esame di una proposta di importanza fondamentale presentata dal Comitato Americano con un apposito rapporto; sostanzialmente si tratta nella compilazione delle Norme di considerare come *punto primario di referenza per le temperature, la temperatura del punto più caldo della macchina;* fissate per le varie qualità di isolanti, in base ai risultati dell'esperienza, i valori ammissibili limiti per detta temperatura del punto più caldo: fissate convenzionalmente, pure in base a prove fatte, le differenze che generalmente si riscontrano coi tre metodi di misura delle temperature (metodo termometrico, metodo per variazione di resistenza, metodo dei rivelatori interni) fra le temperature del punto più caldo e le temperature osservabili, se ne deducono i limiti per le temperature osservabili; deducendo da queste le temperature di riferimento dell'ambiente (40° per l'aria, 25° per l'acqua) si ricavano i valori limiti per le osservabili sopraelevazioni di temperatura. La proposta americana che era già di massima stata avanzata a Londra, era stata da noi molto vagliata e venne vivamente sostenuta a Bruxelles, dove in definitiva tutti i Delegati si dichiararono in principio d'accordo sulla sua accettazione. Noi abbiamo fatte delle riserve sui valori proposti dagli americani per le temperature del punto più caldo, ma specialmente per le correzioni anzi accennate da adottarsi convenzionalmente, insistendo affinchè detti valori siano controllati con un ampia serie di esperienze da farsi sui gradienti di temperatura dai varii Comitati Nazionali in relazione ai tre metodi di misura ed alle ordinarie qualità di isolanti, nelle effettive loro condizioni di impiego, nelle varie parti e categorie di macchine.

Il Comitato Francese ha insistito affinchè la temperatura del punto più caldo, tenuta sempre presente nella compilazione delle tabelle, non sia in esse accennata; ha fatto poi delle riserve sulla attendibilità dei risultati e sulle correzioni relative ai tre metodi di misura delle temperature. E' sperabile che nella prossima riunione, sulla base dei dati che i Comitati Nazionali riuniscono e che alcuni Istituti stanno controllando nei Laboratorii sia possibile conseguire l'accordo generale ed addivenire alla compilazione di una tabella definitiva di temperature limiti osservabili e di sopraelevazioni limiti osservabili in relazione ai tre metodi ed ai varii isolanti.

CONCLUSIONE.

Nelle prossime riunioni, come appare da quanto abbiamo esposto, molto lavoro si prepara pel Comitato Consultivo per la revisione di varie proposte già formulate e pel completamento di alcune di esse che ora trovansi in discussione davanti ai Comitati Nazionali.

[1] L'adozione di queste temperature implica l'impiego di una buona qualità di olio; la delegazione italiana ha insistito sulla necessità di prescrizioni al riguardo, colla determinazione del punto di infiammabilità, la misura del deposito per riscaldamento od altre. La qnestione è messa allo studio.

Si dovrà inoltre procedere allo studio delle altre Parti delle Norme Internazionali che riguardano i rendimenti, le cadute di tensione ecc. delle macchine normali, nonchè a quello delle macchine speciali, fra cui primeggiano ora per importanza le macchine per trazione e per le varie applicazioni elettromeccaniche.

Molto si è già fatto finora dalla Commissione Elettrotecnica Internazionale, ma molto rimane da fare. I risultati già conseguiti sono però di vivo incoraggiamento a proseguire con costanza e con fiducia nel vasto e complesso lavoro che ci siamo proposto. La lentezza con cui la Commissione viene alle sue decisioni finali, trova la sua motivazione e piena giustificazione nelle evidenti gravi difficoltà che si incontrano per accordare fra di loro mentalità diversissime e interessi sovente opposti nell'alta conseguente responsabilità della Commissione, la quale quindi è indetta, a procedere col massimo scrupolo nello sviscerare tutti i particolari delle varie questioni ed a volere per quanto possibile la unanimità delle deliberazioni.

Torino, Luglio 1920.

*

Comitato di studio delle tensioni normali per gli isolatori e trasmissioni elettriche ad alta tensione.

Relazione del delegato Italiano, Ing. U. DEL BUONO.

Erano presenti i seguenti Membri:		Rappresentante
Il Signor Prof. Léon Gérard	-	Il Comitato Belga
» » F. Uytborck	-	» » »
M. C. H. Wordingham C. B. E.	-	» » Britannico
» W. B. Woodahouse	-	» » »
» Prof. C. Feldmann	-	» » Olandese
» Ch. Duval	-	» » Francese
» Prof. Del Buono	-	» » Italiano
» Prof. Jose Morillo	-	» » Spagnolo
» A. De Montmollin	-	» » Svizzero
Dr. C. O. Mailloux	-	» » degli Stati Uniti
A. H. Moore	-	» » » » »

Il Signor Prof. Léon Gérard è stato all'unanimità nominato Presidente della Riunione.

Il Presidente rileva che furono presentate varie proposte dai Delegati Inglesi, Francesi, Italiani, Svedesi, ecc. e siccome esistono differenze sulle varie proposte, domanda ai Membri del Comitato di decidere se esso deve discutere in primo luogo le tensioni normali di distribuzione o studiare sin dal principio la questione delle tensioni degli isolatori.

In seguito a discussione si decide di preparare una lista di tensioni per la fornitura ai consumatori.

Nello stabilire questa scala fu lungamente discusso se dovevasi assumere come tensione di riferimento quella in arrivo od in partenza. Era stato dapprima proposto di fissare la tensione in arrivo e di assumerla del 10% per avere quella in partenza come era intenzione del Comitato Britannico. Però con questo si veniva implicitamente a fissare la caduta di tensione delle linee, ciò che si vuole assolutamente evitare. E si adottò quindi il criterio di fissare per ogni tipo d'isolatore le tensioni massime e minime per cui esso è costruito.

BASSA TENSIONE.

Furono fatte molte proposte per le basse tensioni e ogni delegato sottomise la scala delle tensioni più diffuse nel suo paese.

Per la corrente alternata fu stabilito di sottomettere ai Comitati Nazionali le proposte seguenti per le tensioni presso i consumatori.

Belgio Italia Spagna	Olanda Svizzera	Gran Bretagna (corr. trifase)
Volt 125	Volt 125/145	Vol. 240
210	220/250	416
440/500	350/440	

Per la corrente continua fu deciso di invitare i Comitati Nazionali a sottoporre una proposta per una serie di tensioni a corrente continua a bassa tensione, e cioè:

110 — 220 — 440 — 750

ALTA TENSIONE.

Per le alte tensioni fu deciso di partire dalla tensione di 1500 volt senza fissare tensioni inferiori.

Dopo lunga discussione fu deciso di adottare i valori proposti primitivamente dal Comitato Italiano aggiungendo una tensione intermedia fra i 10 e 20 000. Per applicare la scala delle tensioni anzidetta alla prova degli isolatori furono stabiliti d'accordo i coefficienti di sicurezza a secco e sotto pioggia ai quali l'isolatore deve soddisfare.

La tabella è la seguente:

Tensione di esercizio	Tensione critica		Coefficiente di sicurezza	
	a secco	sotto pioggia	a secco	sotto pioggia
1.500	24.000	16.000	12,—	8,—
3.000	26.250	17.000	7,50	5,—
6.000	40.600	26.400	5,80	3,80
10.000	54.000	36.000	4,50	3,—
15.000	73.800	48.600	4,10	2,70
20.000	91.200	60.000	3,80	2,50
30.000	116.000	77.000	3,30	2,20
45.000	164.300	111.300	3,10	2,10
60.000	210.000	140.000	3,—	2,—
80.000	285.000	190.000	3,—	2,—
100.000	345.000	230.000	3,—	2,—

Non fu trovato necessario di studiare tensioni superiori ai 120 000 volt. In base al concetto di non specificare una caduta di tensione l'isolatore deve soddisfare alla tensione più elevata che si possa avere in un determinato impianto.

Il Delegato Francese fa conoscere alla riunione che il Comitato Francese ha redatto un rapporto sulle condizioni di prova per gli isolatori e che fu pubblicato nel bollettino della Società Nazionale degli Elettricisti 3ª Serie vol. 6° N. 56 anno 1916.

Per la corrente continua e per l'alta tensione furono previsti i due valori 1500 - 3000 Volt.

Le proposte suddette saranno inviate ai Comitati Nazionali per le loro osservazioni.

PROVE SUGLI ISOLATORI.

In via tutt'affatto sommaria fu deciso di considerare alcune prove da fare per il collaudo degli isolatori.

Prove di fabbrica. — Fu deciso di raccomandare ai Comitati Nazionali che tali prove siano fatte riempiendo d'acqua la parte interna dell'isolatore e immergendolo in una vasca e applicando la tensione per 15 minuti.

Prove del tipo. — Le condizioni seguenti furono proposte soltanto a titolo di prova e da sottoporsi ai Comitati Nazionali:

a) prove sotto pioggia. — L'isolatore sarà montato sul perno e la prova sarà effettuata sotto una pioggia di 5 mm al minuto primo, che cade a 45°, alla temperatura di 15° durante due minuti. Si discute sopra la qualità dell'acqua da impiegare, ma non è fatta alcuna raccomandazione.

b) Prova a secco. — L'alta tensione sarà applicata per 15 minuti coll'isolatore montato sul perno e il conduttore nella posizione di esercizio.

Per l'isolatore a catena l'intera serie dovrà essere provata secondo la tabella prestabilita in corrispondenza della tensione d'esercizio.

L'alta tensione sarà alternativa e approssimativamente a forma sinusoidale e la frequenza per le prove potrà essere compresa fra 25 e 100 periodi.

Notizie delle Sezioni

SEZIONE DI GENOVA

(*Verbale dell'Assemblea generale dei Soci del* 13 *febbraio* 1921)

La seduta ha luogo nella Sede dell'Associazione il giorno 13 Febbraio 1921 alle ore 10 e ½, col seguente

ORDINE DEL GIORNO

1) Relazione del Consiglio
2) Approvazione dei Bilanci
3) Nomina delle cariche sociali.

Presiede l'Ingegnere G. Ammirato Presidente della Sezione, e sono presenti 28 Soci, tra individuali e rappresentanti di Soci collettivi.

Il Presidente invita l'Ingegnere Bonanni ad assumere provvisoriamente l'ufficio di Segretario dell'Assemblea e gli Ingegneri Canessa e Cantù a fungere da scrutatori della votazione per la nomina delle cariche sociali della Sezione.

Prima di passare allo svolgimento dell'ordine del giorno, il Presidente compie il mesto dovere di commemorare l'Ill. Senatore Prof. G. Colombo, già Presidente Generale dell'Associazione, enumerando le grandi benemerenze tecniche e sociali del grande Maestro. Rammenta pure con sincero rimpianto l'Ing. Giovanni Anfossi

che fu per un lunghissimo periodo benemerito Segretario della Sezione, spiacente che circostanze avverse abbiano impedito di farne più degna commemorazione.

Passando alla relazione del Consiglio, il Presidente, purtroppo, è costretto a dichiarare che, malgrado la buona volontà del Consiglio, nel triennio decorso, la Sezione non potè avere che una scarsa efficienza, e ciò sopratutto perchè l'attenzione generale era interamente assorbita dagli avvenimenti grandiosi della Guerra; ma fa voti, e confida, che ristabilitasi la vita normale della Nazione, anche la Sezione di Genova possa riprendere il desiderato sviluppo. Fa notare però che venne almeno curato l'incremento dei Soci, che da 83, quanti erano nel 1918, salì a 135.

Il Presidente pone quindi in votazione i bilanci sociali, che vengono approvati all'unanimità e senza discussione.

Sempre in tema e sede di bilancio il Presidente richiama l'attenzione dell'assemblea sull'assoluta necessità di aumentare i proventi sociali con un adeguato aumento delle quote, sia per provvedere ai bisogni della Sezione, che, pur mantenuti entro i limiti più modesti, importano una spesa ognora crescente, sia, ed ancor più, per poter dare un maggior contributo all'Associazione, perchè essa possa proseguire ad estendere sempre meglio la sua efficacissima azione. Nota che i Soci individuali, pur prescindendo dai molti vantaggi morali, con la quota attuale di Lt. 30, pagano nemmeno il prezzo di costo del giornale dell'Associazione, opera questa che sarebbe encomiabile in ogni tempo, ma che ora, tenuto conto delle ardue difficoltà di ogni genere che ne ostacolano la pubblicazione, può dirsi veramente mirabile. Parole di plauso a cui si associa tutta l'assemblea.

Il Consigliere Ing. Galliano, pur riconoscendo la piena opportunità delle dichiarazioni del Presidente, crede che, per uno studio più completo della pratica, sarebbe forse più conveniente deferirne la soluzione al nuovo Consiglio, ma il prof. Omodei ed altri, tenuto conto dell'urgenza del provvedimento e delle difficoltà per la convocazione di un'altra Assemblea, propongono che si prenda nella seduta odierna una deliberazione definitiva e tale proposta messa dal Presidente in votazione, è approvata. Quindi dopo esauriente discussione sull'argomento, è approvata all'unanimità la proposta dell'Ing. Cascone quale Socio individuale e quale rappresentante di Soci collettivi, che a partire dal corrente anno la quota annua dei Soci individuali sia portata a Lt. 50 e quella dei Soci collettivi a Lt. 300.

Si procede quindi alla votazione per la nomina delle cariche sociali. Fatto dagli scrutatori lo spoglio delle schede il Presidente ne proclama i risultati, conseguiti a unanimità di voti dei 28 votanti, che sono i seguenti:

Presidente: Prof. Comm. Omodei Domenico; *Vice-Presidente*: Ing. Cav. Ammirato Giuseppe; *Consiglieri*: Ing. Cav. Bozano Cristoforo, Ing. Calabrò Amedeo, Ing. Dell'Acqua Gino, Ing. Garibaldi Cesare, Ing. Locarni Vittorio, Ing. Questa Guido; *Segretario*: Ing. Bonanni Cornelio; *Cassiere*: Gallo Francesco; *Delegati alla Sede Centrale*: Ing. G. Ammirato, Avv. Giuseppe Acutis, Ing. Domenico Cascone; *Revisori dei Conti*: Ing. De-Micheli Carlo, Ing. Rodocanachi Dimitri.

Il Presidente porge felicitazioni e rallegramenti ai nuovi eletti, ed il Prof. Omodei a nome del nuovo Consiglio ringrazia e promette di dar tutta l'opera sua volonterosa per lo sviluppo della Sezione.

Dopo di che il Presidente alle 11 e mezza dichiara sciolta la seduta.

Il Segretario — Ing. C. BONANNI

Il Presidente — f.to) Ing. G. AMMIRATO

★

SEZIONE DI LIVORNO

La mattina del 6 Marzo alle ore 10 numerosi soci e parecchi ospiti della Sezione si sono riuniti in una delle Sale di Macchine dell'Istituto Elettrotecnico e Radiotelegrafico della R. Marina sotto la presidenza del prof. Vallauri.

Il presidente commemora dapprima il consocio ing. Enrico LANDI, morto sul lavoro nella miniera di Gavorrano, e invita i Soci a levarsi in piedi e a raccogliersi in un pensiero di rimpianto e di omaggio alla memoria del Collega scomparso.

Si procede poi alla definizione delle nuove quote sociali in base alle modificazioni statutarie recentemente sanzionate e l'assemblea, approvando all'unanimità le proposte del Consiglio di Sezione, stabilisce per l'anno corrente le seguenti quote:

Socio individuale residente	L. 50
Socio individuale non residente	» 45
Socio collettivo	» 100

In base a queste cifre viene presentato il bilancio preventivo 1921 che l'assemblea approva all'unanimità, con un voto di plauso per il cassiere consocio G. ASCOLI.

Il Presidente coglie l'occasione per richiamare l'attenzione dei Colleghi sulla istituzione dei soci vitalizi e dei soci perpetui: fa rilevare la necessità in cui si trova l'Associazione di formarsi un patrimonio sociale ricorda le benemerenze dell'A. E. I. verso tutti i soci e verso il Paese, e, dopo aver accennato anche alla propaganda per promuovere lasciti in favore del Sodalizio, raccomanda con calda perorazione a tutti i Colleghi di fare ogni sforzo, ed all'occorrenza qualche sacrificio, per dare l'appoggio di una concreta forza finanziaria all'Ente, che raccoglie in una sola famiglia tutti gli elettrotecnici italiani.

Segue la comunicazione del Socio Comandante U. SORDINA, «*Sul generatore a induzione eccitato mediante condensatori*». Enunciata la possibilità di questo particolare modo di funzionamento della macchina a induzione, il conferenziere ne espone le caratteristiche, prevedute teoricamente e rilevate sperimentalmente, spiega i metodi di misura adottati, illustra le condizioni di innescamento e gli effetti di un maggiore o minore magnetismo residuo, dimostra l'influenza che esercitano sul funzionamento i vari elementi fondamentali (velocità della macchina, capacità dei condensatori di eccitazione, natura del carico ecc.), tratta della maggiore o minore stabilità dei singoli regimi, e accenna infine alla forma della curva di f. e. m. generata e alle armoniche «asincrone» che essa presenta. La comunicazione è continuamente illustrata da rilievi sperimentali fatti su strumenti indicatori e sull'oscillografo, relativamente a un gruppo motore a corrente continua-generatore a induzione, che è messo in moto durante l'esposizione.

Alla fine il conferenziere è assai applaudito e il Prof. VALLAURI gli esprime vivi ringraziamenti sia come presidente della Sezione, sia e più ancora come direttore dell'Istituto, compiacendosi del contributo che questo può dare alla produzione scientifica italiana e augurando ai suoi collaboratori di far assai più e meglio del maestro. Aperta la discussione sull'argomento, a cui parecchi soci vivamente si interessano, vengono ricordati i noti vantaggi del generatore a induzione per la messa in valore di piccole energie idriche, si accenna alla possibilità di utilizzare come capacità di eccitazione quella della linea collegata col generatore e si rileva come, nel caso di eccitazione mediante condensatori, si possa veramente parlare di curva di f. e. m. propria del generatore a induzione. A complemento della discussione si svolgono infine, in un'altra Sala di Macchine dell'Istituto, interessanti esperienze su un più grosso generatore a induzione, eseguendo in particolare l'avviamento di una macchina sincrona eccitatrice sul generatore a induzione non ancora eccitato, ma già funzionante a velocità di regime.

Oltre alle calde raccomandazioni fatte in assemblea, la presidenza della Sezione di Livorno ha inviato una circolare a tutti i suoi Soci invitandoli a considerare, con la più ferma volontà di realizzazione, la possibilità di inscriversi a soci vitalizi o perpetui.

★

Necrologio.

La mattina del 16 Gennaio u. s., investito da una frana, lasciava la vita sul lavoro, nella miniera di Gavorrano,

l'Ing. ENRICO LANDI

della Società Montecatini, socio della Sezione di Livorno.

Aveva partecipato alla guerra come Capitano aviatore prendendo parte a numerosi combattimenti aerei, pei quali fu due volte decorato al valore. Prima di lasciare l'aviazione, con un nuovo e veloce apparecchio Ansaldo, fece il volo da Genova a Roma portando alla Capitale il saluto della Città marinara. La sua scomparsa ha destato universale rimpianto tra i colleghi, che lo conobbero e ne apprezzarono le doti di cuore e di mente.

TEDESCHI GIOVANNI FU GIOVANNI, *gerente responsabile* — ARTI GRAFICHE VARESINE - VARESE

VOL. VIII (XXV degli Atti) 25 Marzo 1921 N. 9

L'ELETTROTECNICA

GIORNALE ED ATTI DELLA

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

REDAZIONE ED AMMINISTRAZIONE: VIA SAN PAOLO, 10 - MILANO - TELEFONO N. 20-86

REDATTORE CAPO: A. BARBAGELATA - REDATTORI: U. BORDONI - M. SEMENZA - G. VALLAURI

È GRADITA LA COLLABORAZIONE DEI LETTORI - GLI ARTICOLI DI INTERESSE GENERALE ACCETTATI DALLA REDAZIONE SONO COMPENSATI

I MANOSCRITTI NON SI RESTITUISCONO

Ancora sulla trazione gas-elettrica.

L'Ing. VINCENZO BRANDI ritorna ancora oggi, ampiamente, sul sistema ch'egli propugna per la pronta elettrificazione di tante linee, non tutte secondarie — specie nel sud d'Italia — che, anche secondo i più arditi programmi e le più rosee previsioni, dovrebbero altrimenti attendere per parecchi lustri la loro trasformazione. Il sistema, illustrato dal Brandi nei suoi precedenti scritti (comparsi nel n. 21 dell'anno scorso e nel n. 3 di quest'anno) è basato essenzialmente sulla costruzione di molte piccole centrali termiche, con motori a gas, che possono utilizzare razionalmente ogni tipo di combustibile, distribuite lungo le linee da elettrificare e generanti la corrente continua ad alta tensione necessaria per la trazione. Nello scritto odierno il Brandi insiste particolarmente sul lato economico-finanziario della questione e risponde anche diffusamente ad alcune obbiezioni da noi avanzate in occasione dei precedenti articoli. Non disconosciamo l'efficacia di talune argomentazioni sviluppate dall'Egregio Collega; ma rimaniamo sostanzialmente del nostro parere. Non è del resto il caso di insistere: noi movemmo quelle obbiezioni più che altro per promuovere una discussione su un argomento del più alto interesse per l'avvenire tecnico ed economico del nostro paese: l'Autore ha minutamente esposto il suo punto di vista: non ci rimane che attendere l'opinione dei colleghi competenti.

Su un punto siamo pienamente d'accordo coll'Ing. Brandi: nel deplorare che, dopo tanta retorica negli anni di guerra, si continui in Italia a bruciare il carbone malamente come per il passato! Saremo oltremodo grati a quanti ci vorranno fornire notizie di quel poco che si è fatto in proposito da privati e da Società: lieti se anche dovremo parzialmente ricrederci.

L'intercettazione telefonica durante la guerra.

Di fronte alle terribili passività della guerra si possono e si devono contare all'attivo — da un punto di vista affatto generale, e prescindendo dai risultati conseguiti dalle singole nazioni implicate nel conflitto — i progressi veramente meravigliosi compiuti in moltissimi rami della tecnica sotto l'assillante stimolo delle necessità della guerra. Già più volte dicemmo come un'opera che riassumesse ordinatamente i progressi della scienza e della tecnica che possono considerarsi diretta conseguenza della guerra, mettendone in valore i benefici che, in regime di pace, ne possono derivare, sarebbe oltremodo interessante e meritoria. Per quanto nella febbrile vita moderna i tragici eventi del conflitto ci appajano già tanto lontani, siamo in realtà ancora ad essi troppo vicini per un simile lavoro di sintesi. Ma i capitoli dell'opera futura vanno quà e là già delineandosi: ed oggi possiamo pubblicare il testo della comunicazione dell'Ing. CARLETTI all'ultimo Congresso, sul servizio delle intercettazioni telefoniche al nostro fronte. Vi sono esposti assai interessanti risultati, frutti di sforzi pazienti e tenaci e nei quali ha importanza preponderante l'impiego della valvola jonica che costituisce senza dubbio la più importante novità nel campo dell'elettrotecnica di quest'ultimo decennio.

Nuove norme per gli isolatori.

Dopo l'arresto quasi assoluto degli anni di guerra il Comitato Elettrotecnico Italiano si è rimesso alacremente al lavoro: e ne fanno fede i frequenti comunicati che lo riguardano. Oggi diamo il testo della prima Edizione delle Norme per l'ordinazione ed il collaudo degli isolatori, redatte dal sottocomitato C presieduto dall'Ing. Del Buono.

Indice bibliografico.

E' stato finalmente distribuito l'indice bibliografico dell'Elettrotecnica, relativo al primo semestre 1920. Si tratta di un volumetto di ben 90 pagine a stampa fittissima, che viene inviato gratuitamente a coloro che ne fecero richiesta in tempo utile. Ad esso seguirà presto il volume « 2° semestre 1920 » mentre si sta già lavorando per gli indici 1921. Ricordiamo che i Soci hanno tempo fino alla fine del corrente mese per richiedere l'invio gratuito dell'indice 1921.

LA REDAZIONE.

IL SERVIZIO DELLE INTERCETTAZIONI TELEFONICHE DURANTE LA GUERRA 1915-18

AURIO CARLETTI

:: Comunicazione alla XXV Riunione Annuale dell'A. E. I. :

:: :: :: :: :: Roma, novembre 1920 :: :: :: :: ::

PREMESSA.

Già da tempo desideravo comunicare ai Soci della A. E. I. alcune notizie sopra un servizio quasi a tutti sconosciuto, ma che ha avuto una grande importanza durante la nostra guerra: quello cioè delle intercettazioni telefoniche.

Finora me ne sono astenuto perchè si trattava di un servizio avente carattere eminentemente riservato. Dopo che, però, molte notizie ed ampi particolari sono stati pubblicati nella Relazione della Commissione d'inchiesta sulla ritirata di Caporetto, ed anche in parecchi giornali tecnici e politici, non credo sia più il caso di mantenere il riserbo che mi ero imposto.

*

E' noto che al principio della guerra, per il servizio telefonico da campo, venivano impiegati presso tutti gli eserciti combattenti circuiti telefonici così detti *misti*, costituiti cioè da un sol filo conduttore e dalla terra come conduttore di ritorno.

Un tale sistema permetteva di ottenere dei collegamenti con la massima celerità e con il minimo impiego di materiale, e consentiva anche di realizzare dei circuiti telefonici aventi la minima resistenza elettrica complessiva.

Ben presto però si constatò che l'impiego dei circuiti telefonici misti poteva seriamente compromettere la segretezza delle nostre comunicazioni telefoniche.

Infatti, nel settembre 1915, nella zona Carnia ed anche sul Monte Rosso (33ª Divisione del IV° Corpo d'Armata) furono raccolti, casualmente, dalle nostre stazioni telefoniche avanzate, dei fonogrammi di fonte austriaca.

Tale fenomeno, che ai profani sembrò tanto strano e quasi inspiegabile, appare invece naturalissimo a chi abbia una certa pratica degli impianti elettrici in genere, e di quelli telefonici in ispecie. Consideriamo infatti un circuito elettrico misto (fig. 1) costituito da una linea, da un generatore qualsiasi di corrente continua o alternata, e da due prese di terra A B.

La corrente si distribuisce nel suolo in filetti di corrente, che prendono all'incirca un corso come quello indicato dalla figura. Questo corso dipende naturalmente dalle condizioni del terreno, e perciò dalla sua natura, dalle accidentalità e discontinuità naturali od artificiali della superficie, dalla presenza di corsi d'acqua, ecc.

Tra due punti di ciascun filetto di corrente esiste una certa differenza di potenziale, che è tanto maggiore quanto più distanti sono i due punti.

Se allora poniamo in essi due prese di terra C D e le colleghiamo con un filo conduttore, questo sarà percorso da una corrente, la quale potrà essere rivelata ad un adatto ricevitore R, che, nel caso di correnti telefoniche, può essere anche costituito da un semplice telefono ordinario.

Premesse questi brevi considerazioni, è facile rendersi conto del fenomeno che fu constatato dalle nostre stazioni telefoniche avanzate.

Condizioni particolarmente favorevoli del terreno rendevano poi possibile tale fenomeno a distanze ritenute a prima vista irraggiungibili, data la piccolissima intensità delle correnti telefoniche.

Inoltre, la posizione delle nostre linee telefoniche avanzate, rispetto a quelle nemiche, era tale da facilitare in generale i suddetti fe-

nomeni, soddisfacendo casualmente alle condizioni richieste perchè la differenza di potenziale fra le due terre del circuito intercettatore risultasse considerevole, e quindi sufficentemente grande anche la corrente intercettata.

In certi casi, infine, al fenomeno dovuto alla conducibilità del suolo, veniva ad aggiungersi anche quello induttivo, specie quando le due linee interessate avevano direzioni pressochè parallele.

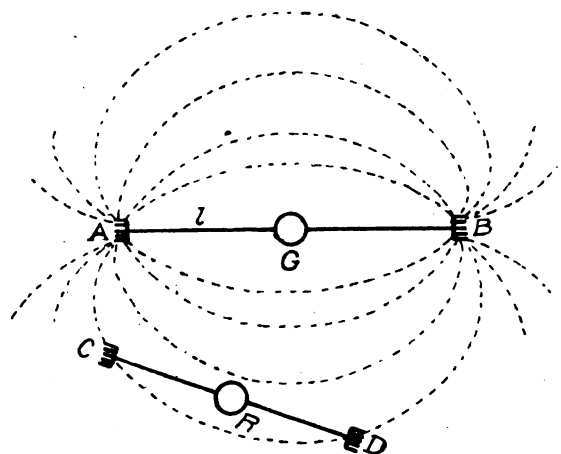



Fig. 1. — Comportamento del suolo in un circuito elettrico con ritorno a terra.

Primi provvedimenti e studi

Appena furono segnalati questi fenomeni, vennero impartite istruzioni alle Armate affinchè essi fossero sfruttati per la raccolta delle conversazioni telefoniche del nemico. Contemporaneamente venivano prese tutte le precauzioni atte a garantire la segretezza delle nostre conversazioni, tra cui, principalissima, la graduale abolizione dei circuiti misti in tutte le comunicazioni telefoniche di prima linea, e la loro sostituzione con circuiti completamente metallici.

★

In principio il servizio delle intercettazioni fu iniziato con quelle stesse stazioni telefoniche che casualmente avevano intercettato fonogrammi di fonte nemica, e vennero perciò impiegati apparecchi telefonici ordinari.

Più tardi dal Comando Generale del Genio furono promossi studi ed esperimenti per risolvere convenientemente il problema delle intercettazioni.

Ben presto si ottennero presso qualche Unità, per cura di Ufficiali del Genio, soddisfacenti risultati, impiegando speciali dispositivi impiantati in prossimità delle linee telefoniche nemiche.

Così presso la Seconda Armata, per iniziativa dell'Ispettore Telegrafico Militare Col. Giuseppe Guasco, venne costruito uno speciale apparecchio che fu esperimentato dapprima nel territorio pianeggiante ad oriente di Tricesimo, verso Zompitta, poi sul territorio collinoso verso Attimis, Faedis, Ravosa. Infine esso fu impiantato stabilmente, nel gennaio-febbraio 1916, a Plava, a Quota 383, a Zagora e a Globna.

Quasi contemporaneamente, presso il Comando del Genio della Terza Armata, veniva esperimentato un altro apparecchio [1], di cui

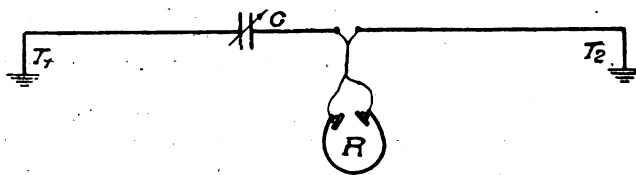



Fig. 2. — Dispositivo per rivelatore semplice.

furono acquistati molti esemplari che vennero distribuiti alle diverse Armate.

Il numero delle stazioni intercettatrici aumentò immediatamente, costituendo così una nuova fonte di preziose informazioni.

In considerazione dei buoni risultati ottenuti, il Comando del Genio continuò ad incoraggiare tutti i tentativi che miravano ad aumentare la portata degli apparecchi e ad ottenere dal servizio delle intercettazioni il massimo rendimento possibile.

L'offensiva austriaca del maggio 1916 e la susseguente nostra offensiva dell'agosto sull'Isonzo, determinarono una inevitabile stasi negli studî iniziati, i quali però furono immediatamente ripresi dopo la conquista di Gorizia.

Così nel settembre 1916, per cura dell'Ispettore Telegrafico della Seconda Armata, sorse un Gabinetto di intercettazioni, di cui ebbi l'onorifico incarico di assumere la direzione, che venne dotato di molti mezzi e presso il quale fu possibile eseguire prove e studî interessanti, che gettarono nuova luce sul problema delle intercettazioni telefoniche.

Presso tale Gabinetto fu studiato e costruito un nuovo apparecchio di intercettazione (Rivelatore semplice tipo 2ª Armata) che venne impiantato con ottimi risultati presso tutte le stazioni intercettatrici della Seconda Armata e della Zona Carnia.

Tale apparecchio era costituito essenzialmente (fig. 2) da un ricevitore assai sensibile, di adatte caratteristiche elettriche, posto in serie con un condensatore variabile C e con le due solite prese di terra T_1 e T_2.

Il condensatore variabile C serviva in primo luogo per interrompere la corrente continua che avrebbe potuto circolare sulla linea e attraverso il ricevitore R per effetto della differenza di potenziale (continua) delle due terre, corrente che talvolta poteva raggiungere valori nocivi al regolare funzionamento del ricevitore; in secondo luogo per rendere minima la impedenza dell'apparecchio realizzando la condizione di risuonanza per la frequenza media delle correnti telefoniche [2].

Un altro dispositivo, che in qualche caso veniva impiantato, è quello rappresentato alla fig. 3. Esso consiste nell'impiego di un tra-

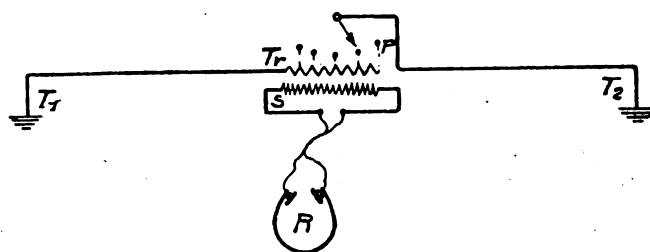



Fig. 3. — Altro dispositivo per rivelatore semplice.

sformatore telefonico T_r (avente il primato p variabile e il secondario s fisso) e di un ricevitore R, che in questo caso poteva essere anche di alta resistenza elettrica.

La variabilità del primario serviva per adattare le sue costanti elettriche a quelle del circuito esterno, in modo da realizzare le condizioni più favorevoli pel ricevimento.

In generale ad ogni stazione intercettatrice, mettevano normalmente capo più terre avanzate (t_1, t_2, t_3, . . .) che permettevano di esplorare più zone di terreno, ed una terra ausiliaria la quale poteva eventualmente essere accoppiata alle precedenti per completare il circuito di intercettazione (fig. 4).

I nuovi rivelatori costruiti furono perciò di due tipi: l'uno composto del solo condensatore variabile o fisso e del ricevitore telefonico, l'altro che, oltre a tali organi, comprendeva anche piccoli com-

---

[1] Questo apparecchio venne studiato e costruito da due soci dell'A. E. I.; l'Ing. Pellizzi e il Cav. Arturo Perego.

[2] È noto infatti che l'impedenza dell'apparecchio è data da:

$$I = \sqrt{R^2 + \left(\omega L - \frac{1}{\omega C}\right)^2} \quad (1)$$

in cui I è l'impedenza
R la resistenza ohmica del ricevitore
L il coefficiente di autoinduzione del medesimo
$\omega = 2 \pi f$ la pulsazione della corrente che percorre il circuito.

È chiaro che la (1) avrà un valore minimo quando il secondo termine della somma si annulla, cioè quando è verificata la condizione

$$\omega L - \frac{1}{\omega C} = 0$$

cioè quando $$\omega L = \frac{1}{\omega C}$$

ossia per un valore di C tale che si abbia:

$$C = \frac{1}{\omega^2 L}$$

Ora, nel caso delle correnti telefoniche, si prende in generale per ω un valore medio di 5000; quindi sarà:

$$C = \frac{1}{25 \times 10^6 L}$$

ed esprimendo la capacità in microfarad

$$C_{mf} = \frac{1}{25 \times L\ (henry)} = \frac{4}{100\ L}$$

Conoscendo perciò il coefficiente di autoinduzione del ricevitore adoperato (quello della linea nel nostro caso è praticamente trascurabile) si calcola immediatamente la capacità del condensatore.

mutatori i quali permettevano di accoppiare due a due le diverse prese di terra disponibili. Il primo tipo veniva impiantato con l'aggiunta di una speciale tavola di commutazione, il secondo veniva usato solo.

Per stazioni stabili risultarono più adatti gli impianti eseguiti con rivelatori semplici e con tavole di commutazione a parte, mentre per le stazioni mobili risultarono più pratici i rivelatori comprendenti i commutatori.

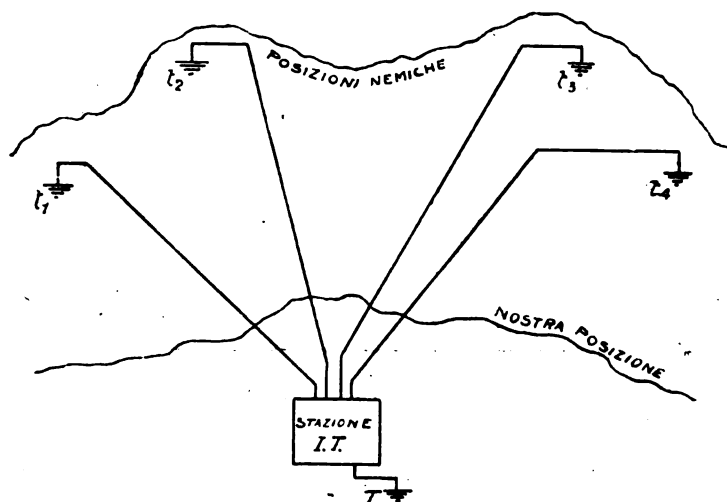



Fig. 4. — Schema di una stazione intercettatrice.

Più tardi furono costruiti apparecchi accessori, speciali prese di terra facilmente impiantabili nel terreno con la massima celerità e con il minimo rumore, supporti a zaino per il trasporto e per la posa rapida dei conduttori di collegamento, ecc.

Vennero poi diramate istruzioni tecniche sul servizio delle intercettazioni e sulla protezione delle nostre linee avanzate. Furono organizzati numerosi corsi d'istruzione per gli ufficiali, graduati e militari addetti al nuovo servizio.

L'impiego di dispositivi più adatti e la maggiore specializzazione del personale determinarono immediatamente un notevolissimo miglioramento del servizio di intercettazione, il quale cominciò a fornire molte preziose notizie ai varii Uffici di informazioni.

Precauzioni prese dal nemico.

Mentre però presso di noi si faceva ogni sforzo per ottenere dal servizio delle intercettazioni il massimo rendimento, il nemico, che si era accorto di questo nuovo servizio, cercava di ostacolarlo in tutti i modi.

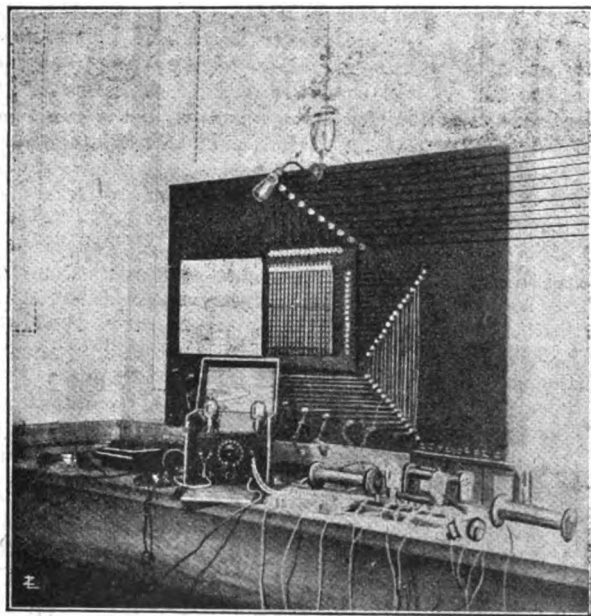



Fig. 5. — Gabinetto I. T. della Seconda Armata (Reparto audizioni e collaudo apparecchi).

Anche gli austriaci, per le comunicazioni di prima linea, abolirono ben presto l'uso della terra come conduttore di ritorno, ed impiegarono circuiti completamente metallici. Essi inoltre diramarono ordini severissimi per impedire le nostre intercettazioni, prescrivendo: l'isolamento assolutamente sicuro delle linee, degli apparati e perfino dei telefonisti; la proibizione dell'impianto di linee parallele alla fronte; la separazione della rete telefonica della zona del primo chilometro dalla rete posteriore; l'uso di un linguaggio convenzionale nelle stazioni telefoniche di prima linea. L'inosservanza delle norme prescritte era punita con i provvedimenti più severi, mentre venivano largamente accordate ricompense e premi in denaro ai militari isolati e alle pattuglie che riuscivano ad asportare le prese di terra che noi posavamo di soppiatto presso le loro linee.

Questi provvedimenti resero il servizio di intercettazione più difficile, e si deve certamente alla audacia, alla perseveranza, alla intelligenza ed allo zelo di tutto il personale addetto a tale servizio, se, malgrado le precauzioni prese dagli austriaci, la raccolta dei fonogrammi nemici, anzichè diminuire, andò sempre aumentando.

Devesi in proposito considerare che in un circuito telefonico completamente metallico e ben isolato, non si manifestano quei fenomeni che noi abbiamo illustrato precedentemente, e che vennero utilmente sfruttati per le intercettazioni telefoniche; poichè la dispersione di corrente al suolo può ritenersi praticamente nulla.

Nè tale circuito metallico si presterebbe alla intercettazione basata sui fenomeni di induzione, perchè la forza elettromotrice indotta dalle correnti telefoniche che la percorrono, sopra un circuito intercettatore posato parallelamente a quelle distanze che intercedono generalmente fra le due prime linee avversarie, può anche ritenersi praticamente trascurabile, specie in considerazione della vicinanza dei due fili costituenti uno stesso circuito telefonico, degli incroci che vengono normalmente fatti, e della piccola intensità delle correnti telefoniche.

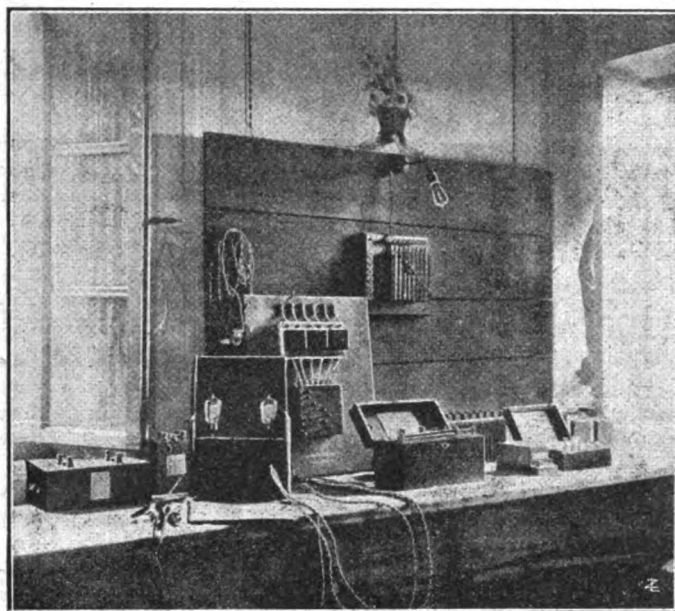



Fig. 6. — Gabinetto I. T. della Seconda Armata (Reparto misure e esperimenti).

Però un difetto di isolamento delle linee e delle stazioni telefoniche può rendere possibile la intercettazione, non solo per effetto delle correnti che, attraverso i punti male isolati, si disperdono nel suolo, ma anche per lo squilibrio che i difetti di isolamento possono provocare fra i due conduttori di un medesimo circuito telefonico, squilibrio che può rendere praticamente utilizzabili anche i fenomeni di induzione ad una certa distanza.

Talvolta il fenomeno induttivo può intervenire indirettamente, come avviene, per esempio, nel caso in cui parallelamente ed in prossimità di un circuito telefonico metallico sia posato un altro circuito elettrico qualsiasi con ritorno a terra, od esista anche, come può avvenire nella zona avanzata, qualche filo abbandonato che sia in comunicazione con il suolo.

In tal caso, le correnti telefoniche che percorrono il primo circuito, determinano delle correnti indotte della stessa natura nel secondo filo vicino, il quale, essendo in comunicazione con il suolo, le disperde nel terreno.

In generale però, con l'adozione del circuito metallico, la intercettazione è resa assai difficile, e la distanza alla quale essa può essere realizzata risulta notevolmente ridotta.

Basta infatti pensare che, mentre nel circuito telefonico misto è la totalità della corrente che si disperde per il suolo, in quello metallico male isolato, invece, è soltanto una piccolissima parte.

Da ciò sorse la necessità di posare le nostre prese di terra raccoglitrici sempre più vicino alle stazioni ed alle linee telefoniche del nemico, e di aumentare inoltre la sensibilità e la portata dei nostri apparecchi.

IMPIEGO DEGLI AMPLIFICATORI TELEFONICI.

Poichè le correnti raccolte erano nella maggior parte dei casi debolissime, si studiò l'applicazione di apparecchi atti a rinforzarle.

Risultati poco soddisfacenti dettero in generale i relais del tipo elettro-magnetico, e si tentò allora l'applicazione degli amplificatori telefonici basati sull'impiego di tubi a vuoto a tre elettrodi, o *audion*.

Presso il Gabinetto I. T. della Seconda Armata venne costruito ed esperimentato, con ottimi risultati, un nuovo apparecchio che fu denominato *rivelatore-amplificatore tipo Gorizia*, il quale poteva essere usato sia come rivelatore semplice, sia come amplificatore con uno o due gradi di amplificazione.

Contemporaneamente il Comando Generale del Genio acquistava e distribuiva alle altre Armate alcuni amplificatori a valvola termoionica tipo francese.

L'amplificatore tipo Gorizia veniva usato con una speciale valvola (figura 7) che ero riuscito a riprodurre valendomi dei preziosi consigli gentilmente fornitimi dal nostro illustre socio, il prof. Quirino Majorana, e del valido aiuto di un intelligente industriale, il signor Giuseppe Longoni di Novi Ligure, anch'esso socio della nostra Associazione.

Fig. 7. - Valvola Audion « Tipo Gorizia ».

La valvola riprodotta, che noi chiamammo « *Tipo Gorizia* », riuscì di una straordinaria sensibilità che la rese particolarmente adatta per il servizio delle intercettazioni. Essa venne anche largamente impiegata, e con ottimi risultati, per il servizio radiotelegrafico presso reparti del Regio Esercito e della Regia Marina, e perfino presso alcune navi della I. R. Marina Britannica operanti nel nostro settore ([8]).

La figura 8 rappresenta schematicamente il Rivelatore Amplificatore « *tipo Gorizia* » con le due valvole A_1 ed A_2. I jack j_1, j_2 e j_3 servivano per l'inclusione della cuffia telefonica ricevitrice. Inserendo la cuffia nel primo iack j_1, essa era inclusa direttamente sul secondario del primo trasformatore, e l'apparecchio funzionava come rivelatore semplice, secondo il dispositivo della fig. 3. Inserendola invece in jack j_2, veniva interrotto il contatto C e al primario p_2 del secondo trasformatore veniva sostituita la cuffia; l'apparecchio allora funzionava con una sola amplificazione come se la seconda valvola non esistesse. Inserendo infine la cuffia nel jack finale j, il contatto C rimaneva nella posizione di riposo e l'apparecchio funzionava con due amplificazioni.

Fig. 8. — Schema del Rivelatore Amplificatore « Tipo Gorizia ».

Il trasformatore di linea aveva il primario variabile allo scopo di poterlo adattare alle particolari caratteristiche del circuito esterno, in modo da raggiungere il massimo effetto.

La possibilità di usare tale apparecchio sia come rivelatore semplice, che come amplificatore con uno o due gradi di amplificazione, riusciva molto utile in pratica, perchè permetteva di poter far servizio anche quando, per rottura di una o di entrambe le valvole o per esaurimento delle batterie, non era possibile azionare l'amplificatore. Tale particolarità consentiva inoltre una più vasta adattabilità nei singoli casi. Talvolta infatti, quando l'audizione era perturbata da scariche elettriche, oppure da correnti estranee a bassa frequenza, poteva convenire di avere un'amplificazione ridotta. In tal caso, per molte ragioni, era preferibile diminuire il numero delle valvole, anzichè impiegarle tutte con un grado di accessione meno spinto.

In seguito alla distribuzione alle altre Armate di amplificatori di tipo francese, si ritenne opportuno, per raggiungere una certa uniformità negli impianti, di costruire alcune parti dei rivelatori «*Gorizia*» (innesti delle valvole e delle cuffie, prese di corrente, ecc) in modo perfettamente identico a quello degli apparecchi francesi, affinchè le medesime valvole, le stesse cuffie ed altre parti di ricambio potessero indifferentemente essere applicate agli apparecchi tipo « *Gorizia* », oppure a quelli francesi.

Questo saggio criterio impiegato nella costruzione dei nuovi apparecchi permise in seguito di poterli usare con valvole francesi, allorchè, per ingiustificati impedimenti opposti alla fabbricazione, vennero a mancare quelle italiane.

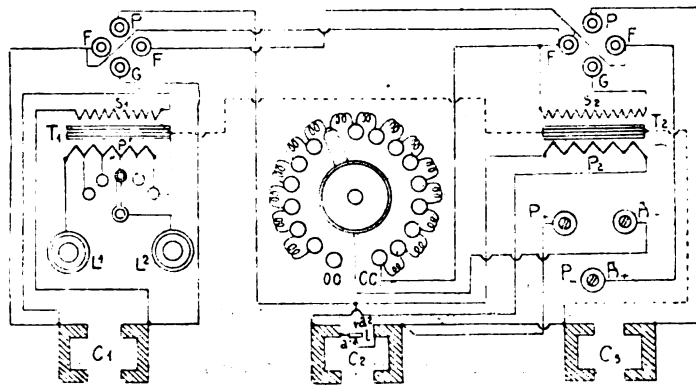



Fig. 9. — Schema delle comunicazioni interne del Rivelatore Amplificatore « Tipo Gorizia ».

La figura 9 rappresenta lo schema delle comunicazioni interne dell'apparecchio.

Tutte le parti dei Rivelatori-Amplificatori « *Gorizia* » venivano costruite completamente presso un Laboratorio Elettrico annesso alla 24ª Compagnia Telegrafisti, di cui facevano parte, in qualità di soldati abili meccanici, dell'Amministrazione dei Telegrafi e Telefoni dello Stato; le valvole venivano invece fabbricate, con i metodi da noi prescritti, presso una Fabbrica di Lampadine Elettriche di Novi Ligure, e poi completate e montate presso lo stesso Laboratorio.

SERVIZIO DI CONTRO - INTERCETTAZIONE

Mentre si completavano gli studi per la costruzione e l'impiego di nuovi apparecchi di intercettazione e dei relativi accessori, non si trascurava di escogitare tutti i mezzi atti a garantire la segretezza delle nostre conversazioni telefoniche e ad impedire le intercettazioni da parte del nemico. Si costruirono così dei rivelatori molto semplici, accoppiati a speciali vibratori muniti di rocchetto di induzione, i quali permettevano di lanciare, al momento opportuno, una corrente perturbatrice, e si progettarono delle stazioni contro-intercettatrici aventi lo scopo di scoprire le linee telefoniche avanzate che si prestavano alla intercettazione, ed ostacolare, per quanto era possibile, la raccolta da parte del nemico delle nostre conversazioni telefoniche.

Più tardi si riconobbe l'opportunità di affidare questo servizio di sorveglianza alle stesse stazioni intercettatrici, le quali avevano perciò l'obbligo di raccogliere non solo le conversazioni nemiche, ma anche quelle italiane. Un esame di queste ultime permetteva di scoprire le linee e le stazioni telefoniche che risultavano difettose, e di prendere tutti i provvedimenti atti a garantire la segretezza delle trasmissioni.

Il dispositivo perturbatore che veniva usato è rappresentato dalla fig. 10. Esso consisteva essenzialmente di un piccolo rocchetto di induzione T con un vibratore ν e con tasto di chiusura t. Il primario era

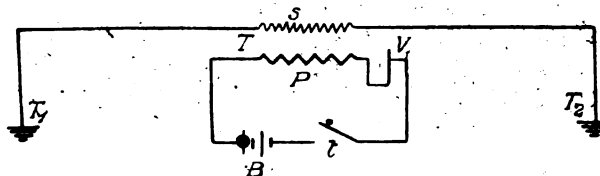



Fig. 10 — Schema del perturbatore per stazioni contro intercettatrici.

alimentato da una batteria B; il secondario veniva incluso in serie sopra una coppia di terre posate in prossimità della zona nemica.

In derivazione sul contatto del vibratore era incluso il solito condensatore, non indicato nella figura, per attenuare le scintille.

([8]) La valvola « tipo Gorizia » corrisponde al campione N. 4 dello « Studio comparativo sugli audion » del Prof. G. Vallauri, pubblicato nel 1917 su questo Giornale. (Vedi vol. IV, numeri 18 e 19, 25 giugno e 5 luglio 1917, pagine 335 e 350.

Abbassando il tasto *t*, il vibratore *v* entrava in vibrazione e determinava nel primario *p* una corrente periodicamente interrotta, che generava una corrente alternata sul secondario *s*, la quale si propagava sulle due linee e si disperdeva al suolo attraverso le prese di terra.

Le linee potevano poi essere tirate con tracciato parallelo alle presumibili linee intercettatrici nemiche, in modo da far agire la corrente perturbante non solo per conduzione del suolo, ma anche per induzione.

Mediante particolarità costruttive del vibratore *v*, era possibile variare rapidamente il suo periodo di vibrazione, allo scopo di variare, entro certi limiti, la frequenza della corrente perturbante, e rendere meno agevole al nemico l'impiego di speciali dispositivi per la separazione della corrente stessa da quelle telefoniche. L'apparecchio comprendeva anche un dispositivo di ascoltazione identico a quello della fig. 2.

Il tutto era riunito in una cassetta di piccole dimensioni (fig. 11).

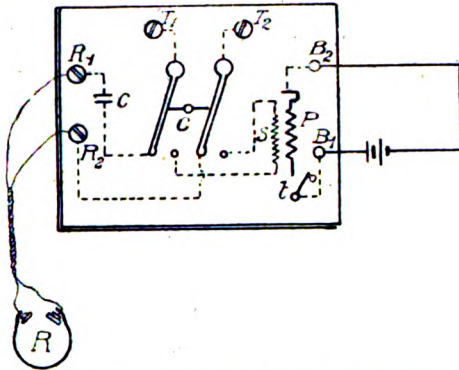



Fig. 11. — Rivelatore semplice con perturbatore.

Ai morsetti T_1 e T_2 venivano attaccate le linee intercettatrici o perturbatrici. Il commutatore a due vie *C*, nella posizione di sinistra, includeva sul circuito esterno l'apparecchio di ascolto, (condensatore e cuffia ricevitrice), e in quella di destra il dispositivo perturbatore.

Era così possibile esercitare la sorveglianza dei nostri circuiti telefonici avanzati e lanciare, nei momenti in cui se ne manifestava il bisogno, la corrente perturbatrice, la quale aveva una intensità molto superiore a quella delle correnti telefoniche.

La sorveglianza diligente, assidua e continua delle nostre comunicazioni telefoniche avanzate, nonchè le rigorose prescrizioni tecniche imposte per gli impianti di primissima linea, permisero di ostacolare il più possibile l'intercettazione nemica.

Organizzazione del servizio I. T.

Il servizio I. T. presso le Armate era in generale organizzato nel modo seguente.

Il Comando del Genio di Armata, per mezzo dell'Ispettore Telegrafico, aveva la direzione e la sorveglianza tecnica del servizio, curava gli impianti e la manutenzione delle stazioni, approntava apparecchi di ogni genere, organizzava brevi corsi di istruzione per gli Ufficiali e militari (interpreti, elettricisti e guardafili) addetti alle stazioni. Alla Seconda Armata questa parte tecnica era affidata al Gabinetto I. T. alla dipendenza diretta dell'Ispettore Telegrafico Militare.

Il Comando dell'Armata, per mezzo dell'Ufficio di Informazioni, aveva l'esercizio propriamente detto del servizio delle intercettazioni.

Il perfetto accordo fra i due enti e la loro mutua collaborazione per la parte di loro competenza, permisero di organizzare il servizio di intercettazione in modo da ricavarne una utilità veramente straordinaria.

Il Comando di Armata riceveva dai varii centri di raccolta le notizie intercettate dalle singole stazioni e pubblicava un riassunto delle notizie più importanti in un bollettino giornaliero, che veniva diramato a tutti i Comandi.

Presso la sola Seconda Armata, al 30 Settembre 1917, esistevano dal Rombon al Vipacco, ben 34 stazioni intercettatrici tutte attive, raggruppate nei cinque centri di raccolta di Caporetto, Clabuzzaro, Humarji, Ravne, Gorizia e Vertoiba. Delle suddette stazioni 9 erano provviste di soli rivelatori semplici, 25 di amplificatori.

Fino a tale epoca avevano eseguito il corso d'istruzione presso il Gabinetto I. T. circa 40 Ufficiali (Capi centri, Capi stazioni, interpreti) e 300 militari e graduati di truppa (elettricisti, guardafili, interpreti).

Costituzione di una stazione intercettatrice.

Una Stazione intercettatrice completa (fig. 12) come era stata realizzata presso la Seconda Armata, dove il servizio delle intercettazioni aveva raggiunto il massimo sviluppo, era costituita dai seguenti apparecchi:

1) *un quadro di protezione e di commutazione*,
2) *un rivelatore semplice*,
3) *un rivelatore amplificatore tipo « Gorizia »*,

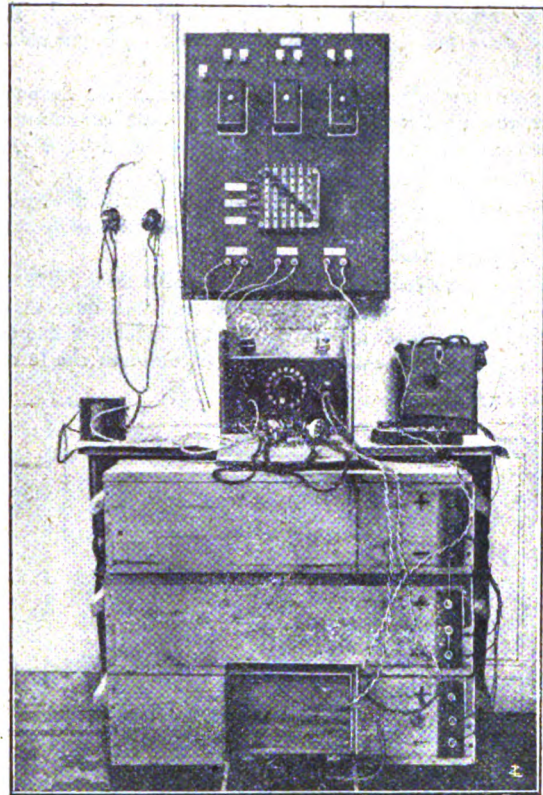



Fig. 12. — Stazione I. T. fissa tipo Seconda Armata.

4) *un perturbatore*, costituito generalmente da un apparato telefonico a chiamata fonica.

5) *accumulatori e pile* per l'alimentazione dell'amplificatore.

La fig. 13 rappresenta lo schema delle comunicazioni interne.

Le stazioni più avanzate e aventi carattere di mobilità erano in generale provviste di solo rivelatore semplice.

Il quadro di protezione e di commutazione (fig. 13) comprendeva le valvole e gli scaricatori atti a proteggere gli apparecchi e gli ascoltatori delle scariche elettriche, ed un commutatore per permettere in modo rapido la manovra per i varii accoppiamenti delle prese di terra e per l'inclusione degli apparecchi.

Come abbiamo già visto, nelle stazioni intercettatrici mettevano capo più terre avanzate t_1, t_2, t_3 ed una terra ausiliaria *T* in prossimità della stazione (fig. 4). L'intercettazione poteva essere fatta sia usando una terra avanzata qualsiasi accoppiata con la terra ausiliaria, sia con due terre avanzate, sia infine con un gruppo di terre da una parte e con un secondo gruppo dall'altra.

La scelta dell'accoppiamento più adatto delle varie terre permetteva di realizzare le migliori condizioni di udibilità, e consentiva talvolta di tenere in osservazione diverse sorgenti di intercettazione con un solo apparato e un solo ascoltatore.

La tavola di commutazione permetteva:

a) di commutare le varie terre disponibili in modo da scegliere la coppia che dava i migliori risultati.

b) di riunire in derivazione due o più linee intercettatrici, sia per realizzare eventualmente le migliori condizioni, sia per poter esplorare contemporaneamente più zone di terreno con un unico apparecchio.

c) di usare uno o più apparecchi intercettatori sulla medesima coppia di terre, in modo che la conversazione intercettata potesse essere udita contemporaneamente da due o più individui.

d) di fare nelle medesime stazioni una o più ascoltazioni sopra coppie di terre distinte e con apparati ed ascoltatori distinti.

e) di mettere contemporaneamente tutte le linee intercettatrici in derivazione fra loro ed in comunicazione con la terra ausiliaria, allo scopo di proteggere le stazioni e gli apparecchi da forti temporali, che erano frequentissimi nella zona di guerra.

L'apparecchio telefonico a chiamata fonica veniva impiegato per lanciare, in casi di bisogno, una corrente perturbatrice (quella della chiamata), oppure per scambiare nel circuito intercettatore conversazioni simulate e false notizie, allo scopo di trarre in inganno il nemico.

Risultati ottenuti.

La perfetta organizzazione del servizio, lo studio accurato degli apparecchi ed accessori nei loro più minuti particolari, la specializzazione del personale, lo zelo e la diligenza degli Ufficiali Capi Stazioni e Capi Centri, nonchè la vigile e continua sorveglianza tecnica, permisero di ritrarre risultati quasi insperati. Il servizio I. T. costituì perciò una delle più importanti fonti di notizie per gli Uffici di informazioni.

Per avere una idea della grande importanza che davano gli austriaci al nostro servizio delle intercettazioni, basta consultare il documento austriaco catturato dall'Ufficio Informazioni della 4ª Armata e riprodotto nella fig. 14.

In tale documento sono perfino segnati a lato di ogni stazione intercettatrice i numeri corrispondenti alle conversazioni intercettate nel lo spazio di cinque mesi.

E' da tenere presente che tale statistica deve essere stata compilata sulla base di documenti caduti in mano del nemico, i quali non possono essere costituiti che dalla serie dei bollettini quotidiani di intercettazione diramati dai Comandi di Armata. Se ora si considera che le notizie riportate in detti bollettini non erano se non una minima parte di quelle intercettate, si può avere una idea della quantità veramente considerevole dei fonogrammi che venivano raccolti.

Il periodo al quale si riferisce il documento (settembre 1916-febbraio 1917) corrisponde poi al periodo di preparazione e di studi, mentre lo sviluppo massimo del servizio delle intercettazioni non si ebbe che nella primavera e nell'estate 1917.

Già fin dal gennaio 1917, nel solo settore dell'Isonzo, esistevano ben 37 stazioni I. T., di cui 23 della Seconda e 14 della Terza Armata.

Preziosi servizi dettero le stazioni durante il periodo di preparazione della nostra offensiva del maggio 1917, i quali provocarono anche una lettera di encomio di S. E. il Generale Badoglio, allora Capo di Stato Maggiore della Zona di Gorizia, al personale tecnico addetto al servizio I. T.

Ma risultati più importanti furono conseguiti nell'offensiva dell'agosto-settembre 1917, nella quale le stazioni I. T. della Seconda Armata funzionarono durante i combattimenti, spostandosi continuamente con le nostre truppe marcianti e fornendo ininterrottamente ai Comandi interessati notizie importantissime, riguardanti specialmente movimenti di truppe, arrivi di nuovi reparti ed unità, perdite del nemico, morale delle truppe, ecc.

Degna di particolare menzione è la stazione di Quota 615 sul Monte Santo, che il 23 agosto 1917 dava il preannunzio di ben 12 ore dell'abbandono del Monte Santo da parte del nemico. E appena avvenuto il fortunato sbalzo in avanti sull'Altipiano della Bainsizza, tutte le stazioni intercettatrici di quel settore, rimesse immediatamente in piena efficienza, riprendevano a funzionare dalle nuove posizioni strappate al nemico, carpendogli giornalmente comunicazioni importanti che valsero, fin dai primi giorni, a sventare i diversi tentativi di contrattacco.

Fig. 13. — Schema delle comunicazioni di una stazione I. T. fissa tipo Seconda Armata.

LEGGENDA

C - *Tavoletta con Protettori e Commutatore*
R S - *Rivelatore Semplice tipo Seconda Armata*
R b - *Ricevitore telefonico a bassa resistenza*
R A G - *Rivelatore Amplificatore «tipo Gorizia»*
R a - *Ricevitore telefonico ad alta resistenza*
P - *Perturbatore* (apparato telefonico da campo con chiamata fonica)
I - *Inseritore per la batteria di carica*
B a - *Batteria di accumulatori* (4 volt)
B c - *Batteria di carica* (90 volt)

Le numerose intercettazioni telefoniche effettuate durante le successive fortunate operazioni nella zona di Madoni e nell'Altipiano della Bainsizza, dimostrarono ancora una volta di quale grande utilità poteva essere il servizio I. T. in simili circostanze.

Durante i combattimenti i reparti in linea poterono avere frequenti notizie sulle intenzioni del nemico, sulle sue perdite, sull'arrivo dei rinforzi, spostamento di truppe, preparativi di contrattacco, e provvedere in conseguenza.

I reparti austriaci in quella zona, nuovi alla nostra fronte e forse ancora non al corrente delle severissime prescrizioni regolanti le loro

comunicazioni telefoniche, usarono il telefono sconsideratamente e senza ritegno, tanto che fu possibile carpire importantissime comunicazioni perfino di Comandi di Divisione e di Corpo d'Armata.

COMANDO 4/A. ARMATA

UFFICIO INFORMAZIONI
Sezione Interrogatori e Document
(Traduzione)

N° 4231 di prot. I.

11 Luglio 1918

SCRITTO DIMOSTRATIVO DIFFUSO NELL' ESERCITO OPERANTE AUSTRO-UNGARICO PER AMMONIRE COMANDI E TRUPPE SUL PERICOLO DELLE INDISCREZIONI TELEFONICHE

Da distribuire fino alle primissime linee.

QUELLO CHE GLI ITALIANI HANNO SORPRESO

DELLE NOSTRE CONVERSAZIONI TELEFONICHE

Circa 10.000 conversazioni telefoniche sono state intercettate in soli 160 giorni ossia cinque mesi e mezzo da 38 stazioni nemiche.
(risulta da documenti catturati)

N.	Stazione	N.	Stazione
1	Gif. d'Adria	20	Castagnevizza
2	Mandria	21	Sacro Cuore
3	T.Trig. 121	22	Zagora
4	Q.208	23	Plava
5	T.Trig.900	24	Globna
6	Nuova Villa	25	Hrad vrh
7	Lukatic	26	Voltschach
8	Boscomalo	27	Gabrije
9	Merite	28	Vodil vrh
10	Kostanjevica	29	Mrzli vrh
11	Lokvica	30	Sleme
12	Pt.360	31	Rodeci rob
13	Poeluka	32	Krn
14	Pajti	33	Slatenik
15	Novna	34	Vrsolinca
16	Vertojbica	35	Fondici Rombon
17	Vertojba inf.	36	Cukla
18	Vertojba sup.	37	Rombon
19	Tivoli		

Quanto sangue avranno costato le imprudenze di quelli che parlavano per telefono;
ora gli italiani dispongono di stazioni ancora più numerose ed assai perfezionate.

Fig. 14. — Documento austriaco riguardanti le nostre intercettazioni telefoniche.

In tutta la zona della Seconda Armata le stazioni I. T., che nell'agosto 1917 erano in numero di 29, salirono, nel successivo mese di settembre, a 33 (vedi fig. 15).

Durante le operazioni furono soppresse 10 stazioni vecchie (Doblar, Ronzina, Ajba, Gorenie Vas, Gorenie Polie, Quota 535 sul Monte Cucco, Quota 503 sulla Sella del Vodice, Cava Nord sul Monte Santo, Quota 615 del Monte Santo, e Merna) e ne furono impiantate 13 sulle nuove (Quota 549 di Lom, Hum, Zablie, Podlesce, Breg, Kuscerje, Sveto, Madoni Quota 800, Fobca, Zagorie, Sella di Dol, Raccogliano).

Il servizio I. T. presso la Seconda Armata e la preparazione dell'offensiva nemica dell'autunno 1917.

Molte importanti notizie riguardanti la preparazione dell'offensiva nemica dell'autunno 1917, furono intercettate dalle stazioni I. T. della Seconda Armata.

Era da prevedersi che il nemico, debellate la Serbia, il Montenegro e la Rumenia, fiaccata definitivamente la Russia, avrebbe utilizzato tutte le numerose riserve che si rendevano disponibili dal settore orientale per sferrare, seguendo la tattica da lui sempre seguita, una violenta offensiva contro l'alleato più debole, che in quel momento era appunto l'Italia. E le notizie intercettate non solo confermavano questa previsione, ma precisavano anche la zona scelta per l'attacco sul fronte italiano.

Lo studio e la preparazione dell'offensiva nemica risalgono alla primavera 1917, e tale offensiva non potè effettuarsi che alla fine di detto anno, perchè fu ritardata dalle due nostre azioni del maggio e dell'agosto 1917.

Già fin dal mese di aprile 1917 si intercettarono numerose conversazioni riguardanti la costruzione su tutto il fronte dell'Isonzo di trincee di approccio (*Sappe*) collegate alle prime linee con camminamenti.

Nella stessa epoca e prima della nostra azione sul Vodice, si sentì per la prima volta parlare di compagnie germaniche nella zona di Gorizia.

Dopo l'offensiva del maggio, frequenti colloqui telefonici, intercettati dalle nostre stazioni specialmente nel settore di Tolmino, parlavano di visite di ufficiali germanici alla fronte Giulia.

Gli osservatori austriaci nella zona di Sleme-Maznik esercitavano una grande vigilanza su tutta la vallata del Natisone e trasmettevano ai varii comandi le notizie riguardanti i movimenti notati sulla strada Cividale-Caporetto e sue diramazioni.

Fin dal mese di luglio la Stazione I. T. di Volzana [4] segnalava frequenti visite in primissima linea, nella zona Tolmino-Santa Lucia, di generali ed ufficiali superiori, seguite qualche giorno dopo da visite di quattro *altissimi ufficiali germanici*. Quasi contemporaneamente la stazione di Gorenie Polie annunziava una prossima ispezione del generalissimo *Konrad*.

Nella stessa epoca era segnalato l'arrivo su tutto il fronte dell'Isonzo di reggimento provenienti dal settore orientale, di nuove batterie, compagnie mitragliatrici, reparti di cacciatori delle Alpi (Alpenjäger) e di cacciatori dell'imperatore (Kaiserjäger).

Ai primi di agosto, per mezzo di notizie intercettate dalla stazione di Volzana, si veniva a sapere di una grande cerimonia che doveva avvenire a Modreje, dietro Tolmino, alla presenza del generale Boroevic, e nella quale doveva essere letto un commovente messaggio alle truppe dell'Imperatore Carlo I°.

La cerimonia venne disturbata dalla poca gradita visita di venti nostri aeroplani di bombardamento, sul cui effetto potemmo essere informati da altre notizie intercettate al momento dell'incursione.

Contemporaneamente un movimento considerevole, insolito di treni e di autocarri veniva segnalato dalle nostre stazioni intercettatrici nel settore di S. Lucia, movimento tanto intenso che determinò perfino gravi disastri ferroviari con molte vittime.

Nel mese di settembre l'arrivo di truppe e nuovi reparti risultò dalle intercettazioni sempre più intenso.

La stazione di Volzana segnalava la presenza in primissima linea del generale Von Kövess, comandante la settima Armata austriaca, e forniva ampi particolari sull'arrivo in quel settore di reparti di assalto composti di croati, bosniaci e perfino di turchi.

Più numerose divennero le conversazioni nemiche concernenti arrivi di mitragliatrici, nuovi pezzi di artiglieria e bombarde, e quelle riguardanti abbondanti richieste di munizioni e granate a mano.

Venivano contemporaneamente ordinate verifiche alle riserve di munizioni per il fuoco tambureggiante (*Trommelfeuervorraete*).

Sempre più frequenti risultarono le ispezioni in prima linea da parte di ufficiali superiori e generali, e ci vennero specialmente segnalate dalle stazioni I. T. di Volzana, Kuscarji e S. Marco.

Alla fine di settembre, dalla stazione di Cigini veniva intercettato l'ordine di sospensione delle licenze, mentre risultava che negli altri settori del fronte nemico si continuava a mandare i militari in licenza.

Il 1° ottobre si intercettò un fonogramma circolare firmato da Konrad col quale si ordinava che le novità dovevano da quel momento essere trasmesse tre volte al giorno: alle tre, alle dieci antimeridiane, e alle due pomeridiane.

Sempre più numerosi risultarono gli arrivi di autocolonne munizioni, sezioni lancia bombe, lanciafiamme, mitragliatrici, compagnie di assalto, arditi (*Sturminfanteristen*), e rinforzi di Landsturm su tutta la linea.

Nella zona di Tolmino in un solo giorno vennero segnalati 500 autocarri carichi di truppe e munizioni diretti a S. Lucia, e quasi contemporaneamente la stazione di Cigini, informava della presenza di alti Ufficiali germanici, mentre su tutta la zona dell'alto e medio Isonzo si faceva larga distribuzione alle truppe di cognac e rhum, e si sentiva inoltre parlare di richieste di mazze ferrate.

Si venne poi a conoscere che il nemico, per trarre in inganno le nostre truppe, vestiva i suoi reparti di assalto con divise tolte ai nostri prigionieri o fatte fare a bella posta. Infatti, la stazione di Quota 549 di Lom, il giorno 22 settembre, intercettava un fonogramma in cui si richiedevano uomini di fatica per inviarli al comando di reggimento a ritirare le uniformi italiane, e più tardi, nello stesso giorno, si sentì parlare di una compagnia d'assalto con uniformi italiane.

Nella zona di Volzana venne in seguito segnalata la presenza di ufficiali germanici e di dieci compagnie di assalto, e si annunciava l'arrivo di nuovi reggimenti dalla Russia. Contemporaneamente nella

(4) La stazione *I. T.* di Volzana era situata presso le rovine del villaggio omonimo, sulla riva destra dell'Isonzo, di fronte a Tolmino.

stessa zona si incominciavano ad intercettare conversazioni telefoniche nemiche in lingua italiana.

Ancora più interessanti sono le notizie raccolte nel mese successivo di ottobre.

La stazione di Volzana, il 4 ottobre, intercettava l'ordine di fotografare tutte le nostre posizioni, e il 9 ottobre segnalava la presenza da due giorni dei generali *Von Artz* e *Konrad*.

Contemporaneamente dalle nuove stazioni sull'Altipiano della Bainsizza venivano intercettati ordini di riviste accurate alle truppe per accertarsi che avessero tutto l'occorrente: scatolette, gallette, maschere, pugnali, e bombe.

Si sentiva ancora parlare di comandanti germanici e di una azione offensiva che avrebbe dovuto essere seguita da una strepitosa vittoria.

Il cattivo tempo fece ritardare di qualche giorno l'azione. Infatti numerosi fonogrammi intercettati ci informavano che le trincee nemiche erano state in massima parte innondate.

Nella seconda quindicina di ottobre le conversazioni telefoniche scambiate fra ufficiali e soldati nemici dimostravano una certa impazienza per l'imminente azione.

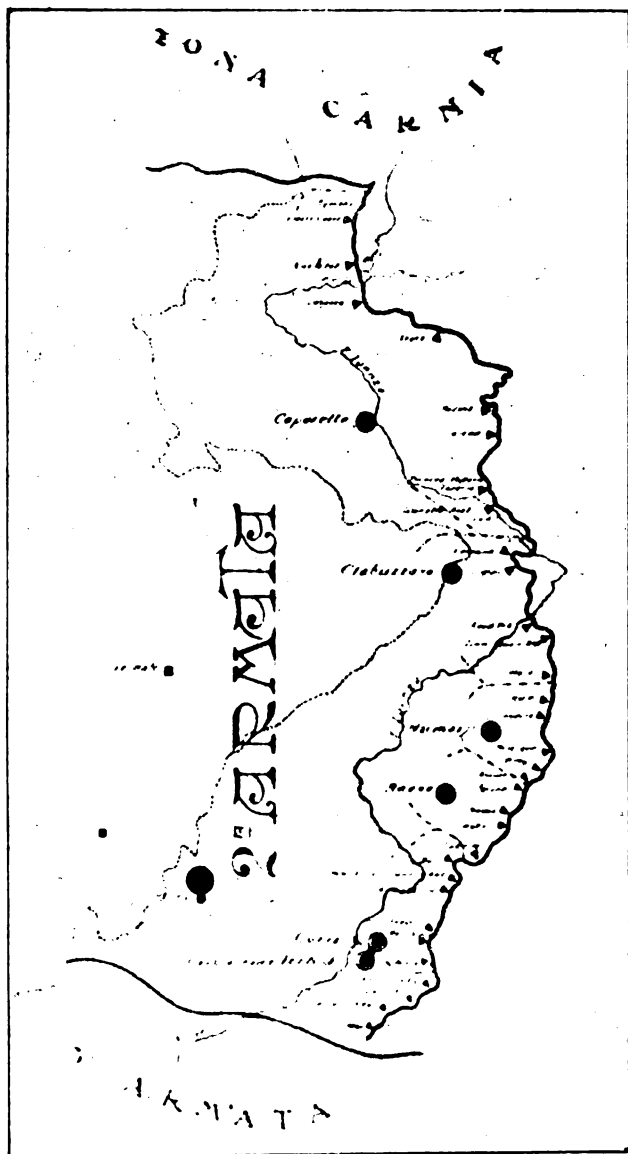



Fig. 15. — Impianti di stazioni I. T. presso la Seconda Armata al 30 settembre 1917. *(La linea ondulata rappresenta la linea di trincee austriache, i triangoletti le nostre stazioni I. T., i cerchi i cinque centri di raccolta, il cerchio maggiore il Comando di Armata).*

Il 20 ottobre veniva impartito l'ordine di ricolmare i vuoti di tutte le truppe di assalto nemiche per il giorno susseguente alle ore 18.

Numerose intercettazioni delle stazioni del settore Tolmino-Bainsizza lasciavano comprendere che nella notte del 22, alle ore 11, sarebbe cominciato il fuoco; ma veniva in seguito intercettato un contrordine.

Finalmente il giorno 23 ottobre, alle ore 11, la stazione I. T. dello Sleme *intercettava l'ordine dell'inizio dell'azione*, segnalando che alle 2 della notte sarebbe cominciato il tiro di distruzione.

Il fonogramma intercettato venne comunicato alle ore 14 dello stesso giorno a tutti i comandi interessati.

★

Fu una vera fatalità, le cui cause sono ormai a tutti note, che malgrado queste preziose informazioni non si fosse riusciti ad evitare il disastro di Caporetto.

Molti e severi giudizii furono pronunciati all'indomani di quel doloroso avvenimento sulle truppe della Seconda Armata!

Oggi che il giudizio può essere più sereno, permettete a chi per tanti mesi visse in mezzo a quelle truppe e ne vide tutti gli entusiasmi, tutti gli eroismi, e ne divise anche tutti gli inenarrabili dolori, di ricordare che esse erano quelle stesse truppe che avevano espugnato il Monte Nero e che, con audace resistenza, avevano tenute le aspre trincee di Santa Lucia, di Plava e del Calvario; erano quelle stesse che avevano espugnato il rosso Podgora e l'imponente Sabotino, e conquistato la bella città di Gorizia; erano quelle stesse che avevano cacciato il nemico dalle vette del Cucco e del Vodice, mantenendo saldamente le posizioni contro gli accaniti e persistenti contrattacchi austriaci; erano le stesse eroiche truppe di Santa Caterina, del San Gabriele, del San Marco e della Vertoiba; erano infine quelle stesse che qualche settimana prima avevano espugnato il formidabile Monte Santo e conquistate le aspre posizioni sull'Altipiano della Bainsizza.

E furono quelle stesse che, ricomposte nella nuova Ottava Armata, nel radioso giugno 1918, difesero strenuamente il Montello e ributtarono il nemico sull'altra sponda del Piave, per poi giungere vittoriose, nel successivo memorabile ottobre, a Vittorio Veneto.

E anche le truppe italiane operanti sul settore francese, le quali si ricoprirono di tante gloria da destare la viva ammirazione degli eserciti alleati, erano per la maggior parte costituite da corpi e reparti della ex Seconda Armata. Ricorderò infine che nella preparazione della nostra vittoriosa e decisiva offensiva collaborarono largamente generali ed ufficiali che appartennero alla Seconda Armata, tra cui l'attuale Capo di Stato Maggore del Regio Esercito, Generale Badoglio.

Forse se non fosse avvenuto il disgraziato episodio di Caporetto, che valse se non altro a soffocare le nostre discordie interne e a riunire gli animi di tutti gli Italiani per la difesa di quanto era a noi più sacro, la storia non registrerebbe oggi le belle pagine della memorabile difesa sul Piave, e la strepitosa vittoria di Vittorio Veneto, per la quale, usando le parole del nostro generalissimo « *i resti di quello « che fu uno dei più potenti eserciti del mondo, risalirono in disordine « e senza speranza le valli che avevano disceso con orgogliosa si- « curezza.* »

★

E nel chiudere questa mia esposizione, in questa riunione di ingegneri e di tecnici, permettete che io ricordi fugacemente la vastissima opera compiuta dall'Arma del Genio, e i numerosi lavori eseguiti da tutti i rami dell'Arma, alla quale mi onoro di avere appartenuto.

Le arditissime teleferiche dell'Adamello e del Grappa, i magnifici ponti sul Piave, le agili passerelle sull'Isonzo, i solidi ponti di barche sui due fiumi sacri ad ogni cuore italiano, le organizzazioni difensive sul Carso, sul Podgora, sul Pasubio e sull'alta montagna, la famosa galleria del Grappa coi suoi tentacoli sotterranei e i suoi cento e più fori verso il nemico, nonchè le ardite costruzioni stradali imposte a forza alla roccia inospitale in tutta la zona montana del nostro estesissimo fronte, hanno destato un senso di profonda ammirazione anche nei circoli tecnici militari stranieri, che si ripercuote e si ripercuoterà beneficamente in avvenire, circondando di rispetto e di considerazione il nome italiano.

E in questi giorni fortunati, nei quali abbiamo visto con tanta intima gioia, finalmente glorificata ed esaltata quella immensa vittoria italiana che decise le sorti della grande guerra europea, innalziamo l'animo nostro ad un reverente ricordo verso i colleghi che caddero sul campo di battaglia, e promettiamo di dedicarci, con rinnovata lena, all'immane lavoro di ricostruzione economica, di cui l'Italia nostra ha tanto e così urgente bisogno.

Roma, 4 novembre 1920.

ANCORA SULLA OPPORTUNITA' DI AFFRETTARE LA ELETTRIFICAZIONE DELLE NOSTRE FERROVIE

Ing. VINCENZO BRANDI.

Faccio seguito alle considerazioni che ho già esposto su queste colonne [1] in merito alla opportunità di affrettare e intensificare la elettrificazione delle nostre ferrovie, adottando la corrente continua ad alta tensione prodotta in stazioni generatrici gas-elettriche molto distanziate.

I capitali che occorrono per questa elettrificazione sono rilevanti sì; ma, come dimostrai recentemente, essi sono molto meno importanti di quanti ne occorrano quando si debba impiegare energia idro-elettrica di nuova creazione; non sono sensibilmente maggiori di quanto ne occorrano per la trazione con energia idro-elettrica già creata e utilizzata sotto forma di corrente continua ad alta tensione, e sono sensibilmente minori di quanto ne occorrano per la trazione con energia idro-elettrica già creata e utilizzata sotto forma di corrente trifase.

Occorrono capitali per gli impianti fissi e capitali per i locomotori; non mi occupo di questi ultimi sia perchè dessi non variano sensibilmente nei tre diversi casi sovraindicati, e sia perchè corrispondono, per importanza quasi uguale, ai capitali che occorrono per le locomotive a vapore, delle quali pure occorre rifornirsi in congrue misure, in via ordinaria ed ancor più in via straordinaria, per alcuni anni; nè si può tardare oltre, giacchè a detta degli uffici competenti, la situazione può presto diventare insostenibile. Le locomotive a vapore scarseggiano sempre più; vi fu il logorio anormale intensissimo durante la guerra; vi fu produzione mancata e manutenzione trascurata durante la guerra e dall'armistizio in poi; vi è la diminuita produttività delle officine costruttrici di materiale ferroviario; non entrano o non rientrano in servizio tante locomotive quante ne escono per morte o per malattia grave.

Una tale situazione è però anormale e pericolosa; occorre pure risolverla in qualche modo; occorre costruire in modo intenso delle nuove locomotive, ed occorre ripararne il maggior numero possibile; questo lavoro di ricostruzione deve farsi presto e per alcuni lustri; altrimenti la crisi si aggraverà forse in modo irreparabile; ne va di mezzo la vita industriale ed economica della Nazione. Se dunque un lavoro intenso e continuativo per parecchi anni si rende necessario a qualunque costo, e quindi si rendono necessari i relativi mezzi finanziari ed industriali, non vedo perchè questa rilevante e rinnovata attività produttrice non si possa rivolgere alle nuove locomotive elettriche (locomotori) piuttosto che alle locomotive a vapore; si ripari il maggior numero possibile di quelle locomotive a vapore avariate che ancora lo meritino e si costruisca il maggior numero possibile di locomotori elettrici; la situazione non cambia di molto nè la spesa è sensibilmente maggiore, giacchè non vi è maggior aggravio apprezzabile; possono benissimo le Case costruttrici italiane accordarsi per ottenere il massimo rendimento globale, utilizzando ognuna di esse la propria competenza tecnica e la disponibilità di attrezzamento industriale.

Con ciò rispondo ad una delle maggiori obbiezioni fatte in Luglio 1920 dalla cortese *Redazione* di questa Rivista, quando diceva che si trattava sopratutto di crisi di rifornimento di locomotori. Tale crisi esiste invero, ma dessa non è più intensa o di indole diversa di quella per le locomotive a vapore; risolvere questa (ed occorre risolverla ad ogni costo se non si vuole andare incontro a disastri economici) vuol dire risolvere quella; man mano che si andrebbe applicando la trazione gas elettrica si andrebbero costruendo locomotori elettrici invece di locomotive a vapore, e quelle fra queste che andavano destinate alle linee che si andrebbero elettrificando andrebbero a riempire i vuoti che si farebbero sulle linee non ancora elettrificate. Ecco perchè la crisi di rifornimento, sia dessa per locomotive a vapore, sia dessa per locomotori elettrici, non costituisce di per sè un ostacolo speciale aggiuntivo alla applicazione della trazione gas elettrica.

Si accennava pure nella stessa occasione a difficoltà di rifornimento del materiale e macchinario per le centrali e per le sottostazioni; ma ho già dimostrato che la entità di tali materiali e macchinari è, nella trazione gas elettrica, molto meno ingente di quanto non si richieda per qualunque altro sistema di elettrificazione; si risparmia o si rimanda ad epoca più remota il rifornimento del materiale e macchinario delle grandi centrali idro-elettriche, opere murarie di presa e di raccolta, tubazioni, generatrici idrauliche ed elettriche, trasformatori elevatori, linee ad alta tensione; tutto resta quindi facilitato, sia per la minor spesa, sia per il minor fabbisogno di materiale.

[1] Vedasi n. 21 del 1920 e n. 3 del 1921.

Si alludeva pure alla eventualità che le spese di esercizio nella trazione gas elettrica potessero essere maggiori di quelle per la trazione a vapore nello stesso caso; ho già dimostrato che ciò non avviene, e lo dirò meglio in seguito.

Nei calcoli comparativi di spese, per le ragioni già dette, mi limiterò a considerare i capitali necessari per gli impianti fissi; questi, nella trazione gas elettrica, sono le stazioni di produzione del gas e dell'energia elettrica, la linea di contatto, ivi comprese le connessioni elettriche fra le rotaie. Già vedemmo che per il caso dei 200 kilom. di linea a doppio binario e con un traffico medio di 3 500 000 tonn-kilom-virt.-rimorch. per kilom, la spesa di elettrificazione (impianti fissi) si aggira sui 50 *Milioni di Lire*. Io però ho l'impressione che all'atto pratico si debba spendere alquanto meno, perchè ho l'impressione che ormai abbiamo raggiunto il vertice della parabola in fatto di prezzi di materiale e forse di mano d'opera. Terremo conto della sola spesa per combustibile, trascurando il paragone di altre spese accessorie di esercizio che pur nel loro complesso sono minori nella trazione elettrica che non nella trazione a vapore. Ammetteremo come valore medio del carbon fossile quello di Lire 300 per tonnellata di buon carbon fossile da vapore, reso franco ai singoli depositi delle F. S., tenuto conto degli sfridi, delle sottrazioni e di altre perdite; prima facevamo confronti sulla base di prezzo a Lire 400; diminuendo il valore di esso fossile, ci mettiamo in condizioni più sfavorevoli di ragionamento.

Trazione a Vapore. — Per il caso considerato, come esempio, di 1400 milioni di tonn. kilom. virt. rimorch., occorrono nella trazione a vapore circa

$$1.400 \times 55 = 77\,000 \text{ tonn. di fossile}$$

con una spesa annua, limitatamente al solo combustibile di:

$$\text{Lire } 77\,000 \times 300 = 23 \text{ milioni di lire.}$$

Trazione Elettrica. — Consideriamo le due ipotesi di durata di ammortamento del capitale per gli impianti fissi; e cioè 10 e 20 anni.

Ammortamento in anni	10	20
Carbon fossile; 25 000 × 300	7 500 000	7 500 000
Gasificazione, manutenzione parte gas, mano d'opera, ecc.	2 500 000	2 500 000
Conduzione parte elettrica	400 000	400 000
Interessi 7 % su 50 milioni	3 500 000	3 500 000
Diversi, imprevisti, ecc.	300 000	240 000
Ammortamento, tasso di capitalizzazione: 6 %	3 800 000	1 360 000
Totale spese di esercizio	18 000 000	15 500 000

il che vuol dire che anche nella ipotesi gravosa di un ammortamento rapido in 10 anni vi è ancora un margine di economia a vapore della trazione gas-elettrica rispetto alla trazione a vapore, anche tralasciando le altre spese accessorie che col vapore non sono indifferenti.

Ma dopo questi 10 anni si trova ancora un valore ingente di impianto in piena efficienza, e che si può ritenere gratuito. Nei 50 milioni indicati entrano per ben 30 milioni la linea di contatto (pali, rame) e le connessioni elettriche fra le rotaie; materiale poco deperibile. Nel restante importo di spesa originale di impianto entrano le dinamo elettriche, le campane gasometriche, le tubazioni interne, i fabbricati, ecc. organi tutti che saranno in ottimo stato dopo i 10 anni; e saranno pur ancora servibili i motori a combustione interna e anche i gasogeni, previa accorta manutenzione.

Nei casi di 10 e 20 anni, le rispettive economie risultano di 5 e 7,5 milioni all'anno; anche dopo i 20 anni sussistono tuttora valide le condizioni di godibilità e quindi di valore venale ed industriale della parte più cospicua degli impianti. Ogni soluzione intermedia è possibile fra le epoche citate; mai con perdita; tutto invece sarebbe predisposto per la grande elettrificazione con energia idraulica, quando questa venisse; mentre motrici a gas, campana, gasogeni, ecc. potrebbero benissimo rimanere come riserva, gratuitamente. Dopo alcuni recenti fatti di scioperi o prese di possesso anche momentanee di centrali idro-elettriche, questo fatto di avere una riserva efficiente al punto da far funzionare ugualmente il servizio ferroviario, mi pare abbia il suo giusto peso.

Abbiamo fatto il confronto basandoci sul presso del fossile a Lire 300 franco depositi delle F. S.; non credo che sia ipotesi ottimista; il prezzo del carbone deve discendere sicuramente dalle altezze attuali; ma quando ed in quale entità? Nessuno può dirlo; basta però considerare il valore della mano d'opera estrattiva, il limitato orario di lavoro dei minatori, le spese di cabotaggio, di controstallie, le spese di mediazione, quelle di assicurazioni, le spese sempre crescenti di sbarco da vapore, le spese di trasporto dal porto attrezzato ai singoli depositi, i cambi con tutta la grande strada discendente che debbono fare per arrivare a livelli più ragionevoli forse con la sterlina a lire 50

ed il dollaro a lire 10. Sarà facile allora arguire che sarebbe nostra fortuna se la *media* dei prezzi nel decennio 1922-1923 non fosse superiore alle 300 lire. Del resto, perchè le citate economie di esercizio sparissero o divenissero negative, occorrerebbe che il carbon fossile discendesse al disotto delle 200 e 154 lire, rispettivamente nei due casi di ammortamento in 10 e in 20 anni. Inoltre se consideriamo il caso più sfavorevole, e cioè di eseguire gli impianti ai prezzi più alti che si sieno verificati, e quindi ammortizziamo con percentuali relative a questi alti prezzi, noi ci mettiamo nella ipotesi più sfavorevole.

Dopo i 20 anni, l'impianto è ancora servibile ed è gratuito; nell'esercizio le relative quote di ricostruzione e di interessi saranno minime, per quanto crescano quelle di manutenzione; il calcolo ci dice che perchè l'esercizio elettrico sia non più economico di quello a vapore, occorre che il fossile sia sulle 75 o 80 lire alla tonnnellata; può qualcuno credere a questi prezzi?

Da quanto detto si trae deduzione molto importante. Senza alcun aggravio di spese, bensì con economie varie indipendenti dal combustibile, le F. S. si mettono in grado di godere, in breve periodo di tempo, di tutti i vantaggi diretti ed indiretti della trazione elettrica; di rendersi gratuitamente proprietarie di cospicuo impianto gas-elettrico che serve di ottima preparazione alla futura grande elettrificazione; di godere di altre forti economie di spese quando il carbone si mantenga a prezzi anche di molto inferiori agli attuali ed a quelli che si possono prevedere per qualche lustro; di avere di molto alleviato i gravami diretti ed indiretti dell'importazione del carbone dall'Estero.

E' dalle economie realizzabili in modo sensibile che scaturisce la soluzione finanziaria del problema impianto, giacchè la soluzione del problema esercizio è già trovata. Richiedano le F. S., ad un Ente finanziario industriale da costituirsi appositamente, i capitali necessari per eseguire la elettrificazione a gas; riservino per sè l'installazione delle linee di contatto; affidino allo stesso Ente o riservino per sè l'esercizio delle stesse stazioni di produzione; ammortizzino l'impianto completo in tempo non troppo lungo nè troppo breve (10 anni, ad esempio); all'ammortamento provvedano con parte delle economie realizzabili annualmente, e cioè con la differenza fra la spesa realmente sostenuta con l'esercizio gas-elettrico e quella che avrebbero dovuto sostenere consumando, con lo stesso traffico realizzato, il carbon fossile della trazione a vapore, ai prezzi di mercato; il tutto con le modalità, le garanzie tecniche, industriali e finanziarie adeguate all'importanza del caso ed alle esigenze speciali dell'importante servizio.

La soluzione più sicura per le F. S. sarebbe che desse affidassero all'industria privata la fornitura dell'energia elettrica all'uscita delle stazioni di produzione, ad un tanto al kWora, con prezzo variabile col variare del valore del carbone, del valore della mano d'opera e degli stipendi; con un minimo garantito di kWore prelevati, e per un certo numero di anni, in modo da consentire all'industria privata di ammortizzare l'impianto, questo dovendo rimanere di proprietà delle F. S. dopo tale periodo di tempo. In un qualunque dei modi, il concetto fondamentale dovrebbe essere questo: Nessun aggravio, ma pagamento o ammortamento degli impianti fissi in tempo relativamente breve destinandovi le economie realizzate con la trazione gas-elettrica in confronto delle spese che con lo stesso traffico si sarebbe sostenuta con la trazione a vapore.

Io credo che in queste condizioni, a far parte dell'Ente finanziario-industriale citato entrerebbero volentieri Enti numerosi, dai più cospicui, ai medi ed ai minori; e ciò non tanto per fare un buon affare, quanto per fare opera utile al Paese, perchè concorrerebbero a diminuire di moltissimo la importazione del carbon fossile estero, senza diminuzione dell'effetto utile, anzi con vantaggi indiretti rilevanti oltre alla economia in denaro che abbiamo messo in luce.

L'idea di un simile finanziamento non è mia nè è nuova: già nel 1916 quando il carbone saliva verso le 150 lire (tanto ce ne adombravamo) e quando pareva che l'idro-elettricità dovesse sorgere per incanto a guarire ogni nostro male, il Governo emanò un decreto col quale autorizzava le F. S. ad ammortizzare o pagare nuovi impianti idro-elettrici adibiti alle ferrovie con le economie di esercizio che si sarebbero realizzate in confronto della trazione a vapore tenuto conto del valore medio del carbon fossile in quel dato anno; non entro in dettagli, accenno solo all'idea di massima. Ignoro se vi fu qualche applicazione pratica che rispondesse a tale incitamento; credo che non se ne sia fatto nulla; la ragione è facile da intuire: occorrevano impianti idro-elettrici nuovi, forse adibiti alla sola trazione ferroviaria; questi costavano moltissimo come impianto e come esercizio; il coefficiente di utilizzazione dell'energia è nella trazione elettrica molto piccolo; il periodo di ammortamento diveniva troppo aleatorio e poteva divenire abbastanza lungo, perchè il margine di economia poteva divenire molto esiguo se pur non sarebbe stato nullo o negativo. Vero è che nessuno prevedeva, allora, che il carbon fossile avesse potuto arrivare, come prezzo, alle altezze vertiginose che sono note, parecchie centinaia di Lire.

Ciò non avverrebbe nel caso che contempliamo per la trazione gas-elettrica; la spesa di impianto è di molto ridotta ed il periodo di ammortamento può essere definito e breve, 10 o al massimo 20 anni. Ma l'esperienza ormai ci ammaestra e ci dice che certi prezzi del fossile si possono pur raggiungere e che il pericolo sussiste grave per noi che siamo privi del prezioso combustibile; tutto quindi ci deve consigliare a ridurre al minimo possibile questa schiavitù economica e anche di altra indole.

Abbiamo detto che col sistema proposto si riesce a ridurre di moltissimo l'importazione del carbon fossile estero; ma io credo che dessa importazione, pur diminuita, si possa addirittura eliminare, beninteso, relativamente al fabbisogno delle F. S. per i tronchi elettrificati con il nuovo sistema, io credo che al combustibile necessario per il funzionamento delle centrali gas-elettriche si potrebbe provvedere con risorse paesane.

Anzitutto potrebbero servire le ligniti nazionali a seconda dei casi, qualunque ne sia la qualità, qualunque sia la ricchezza di ogni singola miniera; distillando o gasificando le ligniti a seconda delle peculiari attitudini di essa; quando si ricavasse coke anche pulverulento, questo potrebbe con opportuna preparazione venire ancora gasificato sul posto. Tutti questi metodi di lavorazione delle ligniti sono ormai studiati e applicati con successo; le operazioni industriali di ricavo del gas e degli altri sottoprodotti si farebbero sul posto o quasi, a distanze non proibitive; i sottoprodotti ricavati sono preziosi per valore industriale e venale; si metterebbero in valore miniere anche piccolissime; si risparmierebbero ad esse ligniti i lunghi ed irrazionali percorsi odierni e si smetterebbe dalla irrazionale pratica di usare ligniti per produzione di vapore in caldaia, peggio ancora se su locomotive. Nè si tratta di parecchi milioni di tonnellate; si tratta di fabbisogni molto più modesti, come meglio vedremo in seguito.

Mi si consenta di insistere vivamente su questo particolare di primaria importanza; sottrarsi alla servitù dell'importazione estera ed in pari tempo dare alle nostre ligniti la sola vera razionale utilizzazione.

Ma a parte le ligniti nazionali, potrebbe benissimo servire il *nostro* carbone di legna, quello di produzione paesana; produzione che non è trascurabile ma che potrebbe, con poche cure e spese, venire enormemente intensificata in breve tempo, costituendosi così una nuova fonte di ricchezza su tale argomento.

Ricordo una ingegnosa idea del collega Ing. *Civita* esposta al Congresso Elettrotecnico di Torino nel 1918 e pubblicata con sufficiente chiarezza sulle colonne dell'*Elettrotecnica* (N. 27 del 1918); invito i colleghi lettori a rileggere quella pubblicazione. Si trattava di promuovere energicamente il rimboschimento sia delle zone boschive devastate dai ciechi tagli durante la guerra, sia di terreni incolti o incoltivabili comunque situati, con essenze legnose adatte alle singole località, a rapida crescita, coltivate a ceduo a periodi relativamente brevi, da 5 a 8 anni, per ricavarne ottima legna e quindi ottimo carbone, nonchè i vari sottoprodotti ben noti, ivi compreso il gas. L'Ing. *Civita* accennava pure ad altra geniale idea del collega Ing. *Carcano* (ne fu pubblicato ampiamente su questa Rivista) di adoperare l'energia idro-elettrica di scarto (cascame variabile per intensità e per durata) per alimentare la distillazione del legno risparmiando equipollente quantità di combustibile. Si dimostrava allora la possibilità di ottenere grandi quantità di carbone di legna (circa 1 500 000 tonn), nonchè ottimo gas equipollente a circa 900 000 tonnellate di carbon fossile, grandi quantità di acido acetico, di alcool metilico, di catrame, ecc.; adoperando circa 3 miliardi di kWh di energia idro-elettrica di cascame; vero modo diceva l'Ing. *Civita*, di realizzare la razionale accumulazione di energia idro - elettrica esuberante perchè non utilizzabile altrimenti, con orario ed intensità regolari. Questo era un programma massimo, quasi limite ed io ritengo che sarebbe stato possibile realizzarne una buona parte quando il governo si fosse dimostrato fattivo e moderno incoraggiando la iniziativa privata, sopratutto poi se questi problemi fossero più apprezzati e studiati dalla generalità di quelli che operano; chi si cura con tenacia di questi problemi? Se ne discute un pochino quando il carbone difetta e sale di prezzo; ma per poco che la situazione migliori temporaneamente, tutto passa nel dimenticatoio, si accampano un mondo di difficoltà e *non se ne fa nulla*.

Pur tuttavia senza sperare in programma così grandioso, pur lasciando da parte, per ora, l'idea dell'impiego in grande di energia idro-elettrica nella distillazione del legno e ciò sopratutto per ragioni di insufficiente o quasi nulla disponibilità di essa nelle regioni che andremo a considerare, io credo che l'idea dell'intensificazione della produzione del carbone di legna sia veramente pratica sotto ogni punto di vista. Agli scopi della trazione gas-elettrica che stiamo studiando, ci si potrebbe accontentare di programma molto ma molto più modesto e già con grande soddisfazione; valga il seguente esempio.

Ammettiamo che si adotti la trazione gas-elettrica su tutte le linee del mezzogiorno d'Italia, da Roma in giù, ivi compresa la Sicilia. Salvo alcuni valichi appenninici e dei monti di Sicilia, sono linee pianeggianti, quali le due Roma-Napoli, le litoranee tirrena, adriatica, jonica, sicula, ecc.; si prestano benissimo per la corrente continua ad alta tensione. Compresi i doppi binari, credo siano circa 4500 kilom.-reali; diventano circa 6500 kilom-virtuali. Ammettendo un traffico medio di 2 000 000 di tonn rimorch. per kilom. si arriva ad un traffico complessivo di circa 13 000 milioni di tonn-kl.-virt.-rimorch. all'anno.

Con la trazione a vapore tale traffico richiede circa

$$13\,000 \times 55 = 715\,000 \text{ tonn di carbon fossile}$$

con una spesa annua di circa 715 000 × 300 = 215 *milioni di lire* per solo combustibile, col fossile a 300 Lire; diventano circa 225 milioni se si tiene conto di altre spese accessorie inerenti alla trazione a vapore.

Con la trazione elettrica con energia idraulica (tutta o quasi tutta da creare a nuovo in quelle regioni se pure ve ne sia a sufficienza a distanze non proibitive), anche adottando la corrente continua ad alta tensione, occorrerebbero

$$13\,000 \times 21\,000 : 0{,}75 = 364 \text{ milioni di kWore}$$

con una potenza installata in centrale di 150 000 kilowatt. Si pensi ad esempio alla disponibilità in Sicilia; si studi se quella poca energia idro-elettrica che si può creare non trovi altri impieghi molto più rimunerativi ed utili per lo interesse generale; si badi ad eventuali orari più regolari e più continuati, a potenze meno incostanti; si pensi alla enorme spesa cui si andrebbe incontro, anche se, come sarebbe giusto, questa spesa non dovesse pesare solo sulla trazione elettrica ferroviaria, spesa che però in tutti i modi sarebbe necessaria; si pensi ai parecchi lustri che bisognerebbe attendere prima che tale energia idro-elettrica diventi disponibile per le ferrovie e poi si dirà se non conviene, almeno per un ventennio (e poi si vedrà) installare la trazione gas elettrica in attesa di eventi più propizi. Quando si pensa alla tanto maggior ricchezza che si avrebbe in agricoltura impiegando largamente l'elettricità sopratutto in quelle regioni meridionali ove il clima è sì propizio; quando si considera che alcuni agrumeti siciliani hanno potuto *decuplicare* di valore per il solo fatto che hanno potuto avere disponibile un po' di acqua periodica e continua e che questo scopo si può raggiungere con pompe azionate da energia idro-elettrica, ci si domanda se è proprio il caso di adibire energia idro-elettrica alla trazione ferroviaria, quando non ve ne è ad esuberanza e quando alla trazione si può provvedere diversamente adottando soluzioni tecniche ben diverse e più economiche. E quì mi si consenta di ripetere il concetto delle opportunità o meno dell'impiego dell'energia idro-elettrica alla trazione ferroviaria quando quella sia scarsa; ciò deve essere riservato alle regioni che ne hanno in abbondanza, che hanno destinazioni industriali rilevanti di essa energia e ove, quindi, si può concretare orario massimo di utilizzazione, quasi al 100% con opportune combinazioni ed accoppiamenti. Ma un tale impiego non deve essere consigliato là ove questa energia è scarsa, ove l'industria non è sviluppata e ove impieghi agricoli o di future industrie ad orario continuativo possono accogliere l'energia idro-elettrica con risultati economici e generali più tangibili. Ed insisto sull'agricoltura rinviando il lettore a quanto pubblicato recentemente su questa Rivista dall'Ing *Civita*; l'industria agricola è complessa; dessa può dall'elettricità ricevere forte impulso, si possono risolvere agevolmente molti problemi economici e sociali. La questione agricola è in apparenza più modesta, meno conosciuta dalla generalità; mentre la questione ferroviaria è più in vista, in apparenza più importante; se ne discorre più volentieri; ma non è così all'atto pratico; tutto quanto vale ad intensificare la produzione agricola, a ridurre il fabbisogno in mano d'opera deve avere la precedenza sopra ogni altra destinazione.

Ritornando alla trazione gas-elettrica, i 13 000 milioni di tonn-kilom.-virt.-rim. richiederebbero circa 220 000 *tonn. di carbone di legna* o di equipollente quantità di ligniti, per il tutto o per una parte.

Orbene: sfruttando razionalmente le miniere di ligniti della Basilicata e delle Calabrie, sfruttando razionalmente i bei boschi delle Calabrie e quelli delle Sicilie, coltivando a bosco ceduo i numerosi ed estesi terreni incolti in quelle regioni, le scarpate ferroviarie, in pieno, accuratamente, gli acquitrini, il tutto in congruo raggio di azione dalla linea ferroviaria, si potrebbe con tutta facilità ricavare il combustibile per alimentare la trazione gas-elettrica nelle regioni suindicate; e sarebbe combustibile *nostro*, sempre disponibile, con ricavo di sottoprodotti preziosi che ora importiamo dall'Estero; tutto ciò alleggerirebbe il nostro bilancio industriale e sociale, con vantaggi diretti ed indiretti inestimabili.

Abbiamo accennato al fabbisogno complessivo per tutte quelle regioni quando vi si adottasse la trazione gas-elettrica, in circa 220 000 tonn. di carbone di legna; ammettendo che la metà possa essere sostituita da ligniti ed ammettendo che in media, anche per le ligniti xiloidi, vi sia equivalenza 1 a 2,75 rispetto al carbone di legna, si avrebbe un fabbisogno di circa: 110 000 tonn. di carbone di legna e di circa 300 mila tonnellate di ligniti; quantità che certamente si potrebbero raggiungere con una certa facilità in quelle regioni. Siamo ben lontani dalle cifre del programma massimo accennato e si sostituirebbe l'ingente fabbisogno di 715 000 tonnellate di carbon fossile estero, dando vita ad industrie nuove in quelle regioni e dando lavoro a tanto personale del luogo.

Nè vedo perchè il sistema non potrebbe applicarsi in altre regioni d'Italia, per linee affatto secondarie; il sistema di approvvigionamento di combustibile potrebbe essere lo stesso: la robinia, ad esempio, viene quasi dappertutto, anche in siti aridi ed ingrati, nei più minuscoli angoletti di terreno e dopo 4 o 5 anni può già essere tagliata e distillata, anche nei diametri di 25 o 30 mm o poco più.

A me pare che davanti alla circostanza dell'economia di spesa di esercizio, dell'economia della spesa di impianto rispetto a qualunque nuova soluzione, della possibilità di esimersi dalla importazione di carbon fossile estero, servendosi di combustibile nazionale, dovrebbero cadere tutte le opposizioni, tutte le sottigliezze per rendimenti più o meno; la soluzione dovrebbe venire accolta anche se a parità di spesa di esercizio con altri sistemi di trazione; i vantaggi generici della trazione elettrica ed una tale indipendenza industriale, finanziaria e forse anche politica, sono considerazioni esaurienti.

La *Redazione* di questa Rivista faceva indirettamente l'appunto che si tratterebbe di numerose e piccole stazioni di produzione a gas piuttosto che di grandi stazioni che all'occorrenza potrebbero essere piuttosto con turbine a vapore. Io osservo: Anzitutto le stazioni non sono tanto piccole perchè sono di 4500 kW e vanno a 6000 con la riserva; lo stesso dicasi per le unità di gasificazione. Nessuno vieta che queste stazioni diventino ancora più potenti quando siano maggiormente distanziate aumentando proporzionalmente la sezione della linea di contatto; e forse, a calcoli completi, se ne riscontrerebbe la convenienza. Adottando delle grandi centrali termo-elettriche a vapore occorrerebbe produrre corrente alternata, con conseguente trasformazione, trasporto e nuova trasformazione; sono quindi rendimenti minori, considerevole maggior spesa e necessariamente maggior tempo da attendere; non dimentichiamo che con la trazione gas-elettrica si vuole adottare soluzione, che sia pure per alcuni lustri, non cessa di essere transitoria e di preparazione alla grande elettrificazione definitiva, sempre con corrente continua ad alta tensione.

Le turbine a vapore richiedono maggior quantità di combustibile, e questo deve essere carbon fossile che noi non abbiamo; non si può adoperare coke, o carbone di legna; le ligniti potrebbero adoperarsi solo per produrre vapore e questo impiego è molto meno indicato che non la gasificazione o la distillazione anche per i sottoprodotti che vanno perduti. Per la stessa ragione non si consigliano i motori ad oli pesanti; anche questi vengono dall'estero, costano molto di più; mentre noi vogliamo consumare roba nostra, meno costosa e sempre trovabile.

Furono avanzati dei dubbi sul buon funzionamento e sulla spesa di manutenzione dei motori a gas; sono vecchie idee ormai sorpassate dalla tecnica modernissima. Si badi ai grandissimi motori che funzionano benissimo con gas di alti forni, rendimenti elevati e spese di manutenzione minime o quanto meno non superiori a quelle che richiedono le caldaie e le turbine a vapore; si guardi all'Inghilterra ed alla Germania; non si tratta di motori a gas da 100 o da 200 HP ad aspirazione diretta con relativo piccolo gasogeno e con gas di composizione e quantità variabili. Si tratta invece di grandi motrici che aspirano il gas da ampie campane; la gasificazione è operazione affatto indipendente; il gas può essere sufficientemente depurato ove occorra e sopratutto col carbone di legna (è quasi tutto carbonio) il gas riesce di una purezza esemplare; le motrici a gas consentono la utilizzazione di buona parte del calore contenuto nei gas di scappamento e nell'acqua di refrigerazione dei cilindri; e si azionano anche turbine a vapore a bassa pressione. Il rendimento è quindi molto elevato, forse superiore a quanto abbiamo calcolato noi.

L'elasticità del sistema è assicurata dalla trasmissione elettrica con corrente continua; la messa in parallelo dei singoli gruppi non presenta difficoltà eccezionali quando si adottino opportuni accorgimenti; i rendimenti anche con carichi parziali dell'insieme permangono buonissimi se si ha l'accortezza di fare lavorare le unità da 3/4 ai 6/5 di carico, attaccando a tempo nuova unità quando questo carico sia raggiunto e vi si permanga per pochi istanti.

Nei riguardi industriali del complesso sistema, occorre tener presente la possibilità di fornire gas a delle aziende gaziere esistenti in luogo o ad aziende elettriche vicine già azionate a gas; e citiamo alcune città importanti che sarebbero certamente sedi di centrali gas-elettriche: Napoli - Salerno - Messina - Reggio - Catania - Siracusa - Palermo - Bari - Foggia ecc.; tutto il litorale adriatico e vicinanze ove pullulano città dai 40 mila abitanti in sù e che hanno attualmente il

gas povero, quando hanno il carbone. Molto si potrebbe dire ancora su questo particolare, che è più importante di quanto non appaia.

Concreto dunque la mia proposta:

Creare in località prescelte con criteri larghi e lungimiranti, le stazioni di gasificazione o di distillazione di ligniti o di legna nostre, intensificandone la estrazione e la produzione; con possibilità di impiegare, occorrendo, anche il coke, il carbon fossile estero di qualità adatta, o anche altri combustibili nazionali scadenti, ma prodotti in luogo; ciò per ricavare dei sottoprodotti e per produrre gas atto ad alimentare dei motori a combustione interna azionanti delle generatrici a corrente continua ad alta tensione per alimentare la trazione ferroviaria.

L'indole di questa Rivista non consente di entrare in maggiori dettagli; a me basta di avere accennato all'idea principale e di avere considerato i casi più sfavorevoli: ho additato anche i mezzi per esplicare un tale programma.

I dettagli sono pure stati studiati e tutto lascia intravedere la piena possibilità di passare all'applicazione pratica. I ragionamenti fatti devono avere dimostrato (almeno mi valga la speranza di esservi riuscito) che con la trazione gas-elettrica in alcune regioni d'Italia, si risolve un gran problema nazionale; la più grande aspirazione nostra deve essere la indipendenza dall'Estero; a questo risultato si deve tendere con ogni sforzo, anche a costo di sacrifici; che dire poi se lo si può raggiungere con vantaggi di varia natura, tecnico, industriale, economico e sociale.

Milano, gennaio 1921.

Avevo già scritto le note di cui sopra, quando è uscita l'*Elettrotecnica* del 25 Gennaio contenente altre mie note sempre sullo stesso argomento, precedute da alcune osservazioni della cortese *Redazione* di questo Giornale. A queste, che molto si rassomigliano ad altre analoghe fatte nel numero del 25 Luglio 1920, credo già di avere risposto con chiarezza; non paia inopportuno che io risponda ancora più esaurientemente, anche a costo di ripetermi, del che chiedo venia al benevolo lettore.

Non mi pare di avere messo in prima linea, fra le molteplici difficoltà che si oppongono alla larga adozione della trazione elettrica, quella della mancanza di energia idro-elettrica; nè credo che si debba confondere difficoltà transitorie con difficoltà permanenti che forse persisteranno per alcuni lustri. Io ho ragionato e ragiono così: Vi sono regioni d'Italia ove scarseggia o manca completamente (a distanze praticamente superabili) la energia idro-elettrica; vi sono altre regioni dove dessa energia non verrà che fra qualche lustro; in primo luogo perchè mancano gli ingenti capitali o i materiali o i macchinari che quando disponibili, si rivolgerebbero in precedenza altrove e per altri impieghi; in secondo luogo perchè, *non convenendo* creare energia idro-elettrica, anzitutto solo e sovratutto per la trazione ferroviaria, occorre attendere lungamente perchè si crei e si sviluppi quell'ambiente industriale che giustifichi un più utile e più indicato impiego di essa energia. E siccome perchè questo ambiente industriale si crei (vi concorrono tanti fattori che non si improvvisano) e quindi si rendano trovabili capitali, materiali e macchinari (e forze anche gli uomini) occorrerà attendere lungamente, così la trazione elettrica ferroviaria si farà attendere ancora più lungamente e forse non verrà mai. D'altra parte, *non è sano*, sotto ogni punto di vista, il continuare, chissà ancora per quanto tempo, a bruciare il carbone fossile sulle locomotive vale a dire nelle peggiori condizioni di utilizzazione e noi non possediamo carbone ed il suo acquisto dall'Estero ci pesa in modo gravissimo, così in quelle regioni o in altri casi particolari può essere opportuno installare la trazione gas-elettrica con corrente continua ad alta tensione, quando si dimostri che economicamente non ci si perde, che anzi si addiviene a preparazione utilissima o quasi gratuita che affretta e facilita la soluzione definitiva avvenire.

Non io penso che se ci fosse l'energia idro-elettrica in quelle regioni, la elettrificazione delle ferrovie sarebbe, ivi, da installare ipso-facto; anzi, se mi si legge attentamente, io sconsiglio tale elettrificazione se non si riscontra traffico sufficiente e sopratutto se non si verificano altre destinazioni molto più proficue dell'energia idro-elettrica, per la parte maggiore e migliore delle ore di utilizzazione. Seguendo la vecchia teoria che la trazione elettrica debba alimentarsi solo con energia idro-elettrica, si può dire che questa non è condizione sufficiente perchè quella si pratichi, ma non si può disconoscere che sia condizione necessaria; se una non viene non può avvenire l'altra. La trazione ferroviaria può pagare l'energia idro-elettrica a qualche piccola unità di centesimi; mentre la luce, le industrie varie e persino l'agricoltura possono forse pagare numeri di centesimi con due cifre, piccole s'intende. Con ciò io reputo che non risponda a giusto criterio il far gravare sulla trazione elettrica l'intero costo degli impianti idro-elettrici e sono tutt'altro che fautore delle centrali autonome per solo ed esclusivo uso delle ferrovie; ancor meno per le regioni meridionali ove l'industria verrà chissà quando, con sufficiente larghezza; nè il servizio ferroviario in generale è servizio tramviario o sul tipo della Milano-Varese o della Venezia-Padova ove il numero di tonn. trainate per kilometro è grandissimo, quasi un servizio tramviario.

A me pare dunque, che i criteri da me esposti non dissentono da quelli della *Redazione* di questa Rivista; anzi collimano. Io vedo il male e addito il rimedio che, a mio modesto avviso, credo adatto. Sono scarsi i capitali, i materiali ed i macchinari, oppure questi si rivolgeranno altrove per alcuni anni? Ebbene studiamo soluzione che ne richieda il meno possibile; ed io cerco di fare a meno di quanto necessario per le grandi centrali idro-elettriche o termiche a vapore, per le linee ad alta tensione, per la trasformazione, ecc. L'energia idro-elettrica verrà tardi o mai perchè non se ne può creare o perchè non vi sono ancora altri impieghi industriali, agricoli, irrigatori o altro, all'infuori della trazione elettrica? Ebbene facciamone a meno. Ma non perciò dobbiamo continuare a bruciare malamente il costoso carbone estero sulle locomotive a vapore.

Quanto alla crisi dei locomotori elettrici, ho già dimostrato che essa non è nè maggiore nè aggiuntiva alla crisi delle locomotive a vapore; e questa va risolta ad ogni costo; il male è grave e bisogna curarlo; ed è precisamente quando dopo un incendio si rinnovano i mobili, che si adottano quelli di tipo moderno.

Quanto alla mancanza dell'attrezzatura delle linee di contatto è forse meglio non parlarne; è giusto che dessa sia di spettanza delle F. S., perchè intimamente collegata all'andamento dell'esercizio che non si può sospendere; ma oso credere che se dessa fosse affidata all'industria privata procederebbe più spedita; sopratutto ove fosse destinata alla corrente continua, molto più semplificata di quella complicatissima per la corrente trifase.

Si obbietta che molte piccole centrali con motori a gas costerebbero di più che poche centrali a vapore situate in vicinanza di porti e dei luoghi di produzione dei combustibili nazionali. Una differenza vi sarebbe certamente, ma non rilevante e determinativa di preferenza. Dirò anzi che il complesso sistema costerebbe di più nel caso delle poche centrali a vapore; vi è l'aggiunta di esse centrali e delle linee ad alta tensione; e quindi maggior bisogno di denaro, di materiali e di macchinario, visto che le centrali gas-elettriche si possono paragonare alle stazioni di trasformazioni trifasi e che le stazioni di gasificazione costerebbero di meno che non le turbine a vapore con relativi alternatori e trasformatori elevatori nonchè le batterie di caldaie; si avrebbe maggior consumo di combustibile e questo dovrebbe essere necessariamente estero; il rendimento globale sarebbe minore anche se si rinunziasse alla corrente continua ad alta tensione sulla linea di contatto, il che sarebbe tecnicamente più svantaggioso.

Dal punto di vista del personale (scioperi bianchi, rossi o neri addirittura) ormai non è prudente di centralizzare troppo; è meglio avere organismi più numerosi, più distanziati e meno grandi. Le centrali idroelettriche non si possono frazionare, sono quelle che debbono essere; ma il personale è poco numeroso e meno difficilmente sostituibile che non in una grossa centrale a vapore ove il personale è molto più numeroso e ove la laboriosità deve essere maggiore. In America si fanno dei centraloni a vapore; ma questi sono imposti dalla presenza della miniera di carbone; e noi, purtroppo, di quelle miniere non ne abbiamo; quelle poche di ligniti (almeno nel mezzogiorno) non sarebbero sufficienti, ognuno per sè, ad alimentare per alcuni lustri, una grande stazione per traffico ingente alimentato da essa. Si dovrebbe quindi trasportare la lignite da ogni singola piccola miniera per non concentrarla in pochissimi depositi; vi sarebbe la spesa di trasporto del combustibile e della corrente. Creando grandi centrali in vicinanza di *quei porti*, quasi certamente quando venisse la energia idro-elettrica prodotta in siti ben diversi e lontani, si dovrebbero rifare le linee ad alta tensione e buona parte del materiale di quelle centrali rimarrebbe inutilizzato.

Si pensi, e qui mi ripeto, al ricavo dei sottoprodotti nella distillazione del legno e nella razionale lavorazione delle ligniti; ciò non va trascurato; e la mia proposta proviene proprio dallo studio di questo importante problema di utilizzazioni.

Non si può dire che queste discussioni ritardino anche menomamente la elettrificazione in qualche luogo; non è per nulla il caso di parlare della Torino-Ronco, della litoranea ligure di levante, ed ancor meno della Porrettana; pur troppo desse sono votate alla corrente trifase e nessuno pensa a proporre la corrente continua per esse; io mi riferisco essenzialmente al mezzogiorno, pur non escludendo qualche linea secondaria nel centro e nel settentrione, come non escluderei la maremmana, ove, nel Grossetano, vi sono alcune miniere di ottime ligniti che troverebbero nella trazione gas-elettrica un impiego molto razionale.

Ma mi affretto a concludere perchè vi sono le esigenze di spazio e di pazienza del cortese lettore. Scopo precipuo della mia proposta è di diminuire ed in alcuni casi di sopprimere addirittura l'importazione del combustibile estero; spendere meno milioni; e questi, spenderli in casa nostra piuttosto che mandarli all'Estero. Nulla vi è di perfetto; ma se a raggiungere questo scopo si dovesse anche sacrificare un pochino in qualcosa, lo si faccia, sicuri di fare del bene al *Paese*.

ING. VINCENZO BRANDI.

IL SELENIO E LE SUE APPLICAZIONI [1]

L. ANCELL.

Nel presente studio l'A., dopo un breve cenno sulla chimica del selenio, la sua estrazione e purificazione, e le sue proprietà nelle varie forme allotropiche, passa in rassegna le principali applicazioni odierne di questo interessante metalloide sia nella chimica biologica ed in alcune industrie chimiche, sia particolarmente in vari rami dell'elettrotecnica.

La caratteristica più nota del selenio è quella dell'influenza che ne risente la sua conducibilità elettrica, dall'esposizione alla luce, ma non è meno vero che esso è capace di varie applicazioni chimiche di natura industriale, con riguardo alle quali esso offre un vasto campo alle ricerche.

Il selenio, metalloide della famiglia dello zolfo, venne scoperto dal Berzelius nel 1817, nei residui delle camere a piombo. Il procedimento attualmente più usato per la sua separazione parte dai residui delle piriti di Haumont, che trattati con acqua regia fanno passare il selenio allo stato di acido selenioso. Questo poi è ridotto da acido solforoso che precipita il selenio sotto forma polverulenta. Filtrato, lavato e disseccato, esso viene fuso e lasciato poi solidificare in apposite forme, per essere così posto sul mercato. Con un trattamento affatto simile si pratica anche l'estrazione direttamente da selenuri doppi di rame e piombo, che si rinvengono nell'Argentina. Importante è la purificazione del selenio per liberarlo dallo zolfo e dal tellurio, che lo accompagnano sempre. Secondo il processo Divers e Shimosé, questa si compie dissolvendolo in acido solforico concentrato bollente, trasformandolo così in acido selenioso e riprecipitandolo poscia dal liquido freddo e diluito, mediante una corrente di anidride solforosa, sotto forma di polvere rossa, che filtrata, lavata e disseccata costituisce selenio libero da tellurio, e sufficientemente depurato anche dallo zolfo.

Il selenio si presenta in tre varietà allotropiche; la prima ne comprende le forme vitrea, amorfa e colloidale; la seconda è costituita dal selenio cristallizzato rosso, la terza da quello cristallizzato con aspetto grigio metallico; quest'ultima sola è insolubile in bisolfuro di carbonio.

Nella sua prima forma il selenio fonde a 220° C; a 60° diviene viscoso; se allora lo si torna a raffreddare, diviene duro e fragile, costituendo la varietà vitrea, nera, a frattura concoide, di polvere grigiastra, se grossa, e rossa, se fina, non conduttrice dell'elettricità. Il selenio vitreo, fuso a 220° C e poi rapidamente raffreddato sotto pressione, si trasforma in una nuova varietà grigio-violetta, composta di piccoli cristalli altamente sensibili dal punto di vista fotoelettrico, ma di poca stabilità. Onde utilizzare e conservare questa varietà estremamente sensibile, è bene aggiungervi una certa quantità di selenio vitreo, distribuendo così i cristalli grigio-violetti uniformemente nello strato superficiale di una specie di massa cementizia, costituita dalla varietà vitrea. Accettando questa spiegazione, più o meno plausibile, ma che l'A. riporta solo quale ipotesi, egli afferma di essere riuscito a scoprire un processo di preparazione pratica di celle al selenio di sensibilità estrema, anche alle intensità luminose minime. Le più piccole impurità, specialmente polveri metalliche, distruggono la varietà instabile del selenio, trasformando la massa in una varietà insensibile alla luce, di conduttività pari a quella dei metalli. Anche il tempo, e specialmente influenze esterne repentine, come urti, salti bruschi di temperatura ecc., possono avere lo stesso effetto. Da qui si spiegano le grandi precauzioni necessarie nell'impiego delle celle al selenio.

Di minore importanza tecnica sono le varietà amorfa e colloidale, che possono ambedue essere trasformate in quella vitrea. Il selenio cristallizzato rosso, seconda forma allotropica, ottenuto dall'evaporazione di una soluzione solfocarbonica di selenio, non è sensibile alla luce. La terza forma allotropica infine, quella cristallizzata grigio-metallica, si ottiene da tutte le altre per azione del calore; essa è la forma più stabile a tutte le temperature inferiori al punto di fusione, ed ha proprietà di conduttore.

Nella costruzione delle celle al selenio è indispensabile che l'elemento di sopporto non contenga la minima quantità di polveri metalliche o di altri conduttori, e non sia capace di assorbire umidità. Si prestano bene sotto questi aspetti le porcellane e certe varietà di steatite. Per elettrodi possono impiegarsi, sia il platino, sia il rame o l'ottone.

Venendo alle applicazioni del selenio, l'A. accenna, per prime, quelle di pertinenza della chimica biologica, tentate all'Istituto Pasteur sotto forma di iniezioni cutanee praticate su topi in certe ricerche biologiche relative al cancro. Non si sono però avuti ancora risultati conclusivi, nè si sono tentate applicazioni su soggetti umani.

Il selenio vitreo e certi seleniti servono nell'industria del vetro per dare, mescolati alla massa fusa, una colorazione violetta pallida. Buoni risultati si sono ottenuti impiegando il selenio, in sostituzione dello zolfo, nella vulcanizzazione delle gomme. Le applicazioni, di gran lunga più importanti, del selenio si hanno però nel campo elettrotecnico, grazie alla nota proprietà fotoelettrica già accennata, scoperta da May nel 1873, e utilizzata per la prima volta da Werner Siemens sotto forma di cella o pila nel 1875.

Le celle moderne che descrive l'A. sono derivate per successiva evoluzione da quelle primitive. Il tipo industriale ordinario consta di tante piastre metalliche sovrapposte, separate da sottilissimi strati isolanti e collegate fra loro da bulloncini passanti, pure accuratamente isolati. Tutte le piastre pari da una parte e tutte le dispari dall'altra, sono messe in comunicazione metallica fra loro, e costituiscono le due polarità della cella. Una faccia laterale del complesso così risultante, accuratamente spianata, è poi ricoperta da uno strato sottilissimo di selenio, che poscia si trasforma col processo accennato, nella varietà grigio-violetta cristallina sensibile. Oltre a questo tipo, di notevole inerzia, l'A. ne descrive un altro extra-sensibile, costituito nel modo seguente. Sopra un sopporto isolante si avvolgono due fili di rame nudo, tenendoli sempre paralleli a piccolissimo intervallo, ma rigorosamente isolati fra loro (fig. 1). Due delle estremità rimangono libere, mentre le altre due costituiscono i poli della cella. Una delle facce del sopporto, se questo è prismatico, o tutta la sua superficie, se è cilindrico, viene poscia ricoperta con uno strato sottilissimo di pochi centesimi di mm di selenio fuso, il quale poi è portato alla varietà violetto-grigia sensibile mediante il trattamento speciale a moderata pressione. Successivamente vi si può applicare anche una vernice trasparente protettiva. I fili usati hanno diametro da 0,1 a 0,5 mm; la distanza fra i due fili è tenuta di 0,04 mm ed è assicurata mediante uno speciale bobinaggio meccanico.

Il sopporto isolante deve avere i requisiti seguenti: essere resistente meccanicamente, non fondere al rosso, non essere attaccato dal selenio fuso, non risentire le variazioni di temperatura e di umidità, assicurare l'isolamento a freddo ed a caldo e prestarsi ad essere foggiato in forma opportuna.

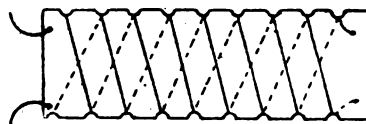



Fig. 1. — Cella al selenio extra sensibile.

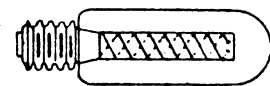



Fig. 2. — Cella extra sensibile in ampolla a vuoto.

Costruita la cella, la si sottopone ad una serie di prove, cui accenneremo brevemente. Esse comprendono la resistenza alla luce di una lampada da 16 candele posta alla distanza di 10 cm in ambiente buio; la misura dell'intensità di corrente che attraversa la cella nelle stesse condizioni, quando vi si applichi la tensione continua di 4 V; la misura della sensibilità a varie distanze e della sensibilità o meno a radiazioni di vari colori; ed infine la misura dell'inerzia.

Le più interessanti fra esse sono la misura della sensibilità a varie distanze e quella dell'inerzia; esse si compiono generalmente su celle chiuse in ampolle di vetro, nelle quali si è praticato il vuoto ed alle quali è applicato il circuito esterno mediante attacchi simili a quelli delle lampade ad incandescenza (fig. 2).

La misura della sensibilità si compie disponendo la cella verticalmente ed illuminandola mediante una sorgente di intensità costante, posta ad altezza pari al centro della superficie sensibilizzata della cella, e mobile lungo una guida centimetrata orizzontale perpendicolare alla superficie stessa. Si inserisce la cella in un circuito comprendente un accumulatore da 4 Volt ed un milliamperometro e, spostando gradualmente la sorgente luminosa, si registrano le letture all'amperometro. Il diagramma che se ne ricava è del tipo della fig. 3, dove le ascisse rappresentano le distanze e le ordinate le intensità. Si vede che la sensibilità decresce rapidamente in principio e tende poi a mantenersi costante.

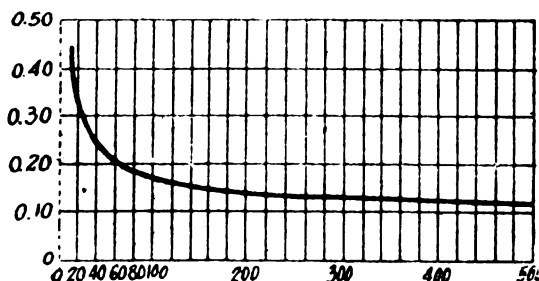



Fig. 3. — Sensibilità della cella a varie distanze da una lampada da 16 candele. (Ascisse distanze in cm., ordinate correnti in milliampere, ottenute con una f. e. m. di 4 volt.).

Per la misura dell'inerzia l'A. propone il dispositivo seguente: sopra un tamburo ruotante con velocità uniforme tre punte scriventi lasciano contemporaneamente la loro traccia. La centrale è azionata da un corista elettrico, tale da registrare con le sue vibrazioni esattamente i centesimi di secondo; quella di sinistra è comandata dal circuito contenente la sorgente luminosa, una lampada da 16 candele, posta

[1] Riassunto dal *Scientific American Monthly*, gennaio-febbraio-marzo 1920, pag. 28, 157, 253.

a 10 cm dalla cella, accesa e spenta automaticamente e periodicamente da un pendolo elettrico, la cui durata di contatto, pari perciò alla durata dell'illuminazione, è di 0,15 secondi; quella di destra infine è comandata dal circuito della cella, chiuso sopra un accumulatore da 4 Volt. Per effetto dell'inerzia della cella, il diagramma tracciato dalle tre punte risulta del tipo della fig. 4; la differenza fra $A B =$

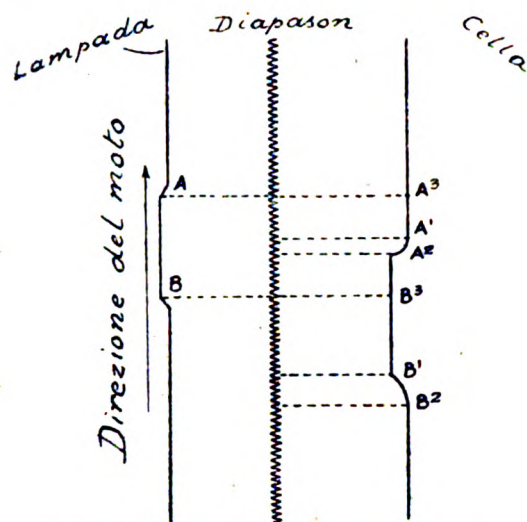



Fig. 4. — Misura dell'inerzia di una cella al selenio.

$= 0{,}15$ secondi e $A_2 B_1 = 0{,}17$ secondi nel caso della figura, cioè 0,02 secondi, sarebbe la misura dell'energia.

L'A. accenna brevemente anche altri due procedimenti per la misura dell'inerzia, grafico l'uno, fotografico l'altro. Nel primo si legge la resistenza della cella mediante un ohmmetro posto nel suo circuito, sia a superficie sensibile tenuta al buio, sia illuminata in un determinato modo, ripetendo l'operazione a brevi intervalli e costruendo coi risultati ottenuti un diagramma avente il tempo per ascissa; si costruisce pure un diagramma teorico relativo ad una cella uguale in uguali condizioni ma supposta priva di inerzia; la misura planimetrica delle aree dei due diagrammi fra ordinate corrispondenti ci permette di valutare ancora l'inerzia della cella. Il metodo fotografico, interamente automatico, può impiegarsi in due modi diversi, sia misurando l'inerzia di una cella illuminata da una sorgente di intensità progressivamente decrescente e poi gradualmente crescente, dopo aver passato un minimo (studio dell'inerzia delle celle impiegate nella fotometria delle eclissi solari) sia misurando l'inerzia di una cella illuminata da una sorgente resa vibratoria (studio dell'inerzia delle celle impiegate in radiotelefonia ad onde luminose), con l'uso di un oscillografo o di un fototelegrafo Pollak-Virag.

Una delle più interessanti applicazioni industriali del selenio consiste nel controllo dei prodotti di combustione uscenti dai camini. In due cavità diametralmente opposte della parete interna del camino si collocano una lampada ad incandescenza ed una cella al selenio, protette da vetri facilmente accessibili per la pulitura. Più denso è il fumo, per effetto di particelle incombuste di carbone, minore sarà l'effetto luminoso risentito dalla cella, registrato a distanza per mezzo di un milliamperometro, messo nel circuito della cella assieme al solito accumulatore da 4 Volt.

In modo simile si controlla la regolarità e rapidità di produzione dell'acido solforico, misurata dalla limpidità dell'atmosfera nell'interno dell'ambiente dove avviene la reazione.

Vari sono gli impieghi della cella al selenio tentati, con maggiore o minore successo, durante la guerra. Così si ebbero tentativi di radiotelefonia a base di selenio e di onde luminose, sui quali si diranno in seguito maggiori particolari, e di trasmissioni telemeccaniche ottenute per mezzo di appositi relais inseriti in circuiti contenenti la cella al selenio, e destinati a compiere determinati uffici, come dare segnali d'allarme od altro, quando la cella veniva colpita da raggi luminosi, ad esempio di proiettori. Anche la telegrafia segreta, non intercettabile dall'avversario, subì un buon progresso coll'impiego della cella al selenio, specialmente nel collegamento fra unità vicine di prima linea o di unità in linea con comandi retrostanti. Tale telegrafia si basa sulla sensibilità del selenio ai raggi calorifici. La stazione trasmettente si compone di una sorgente calorifica (fiamma ossidrica diretta contro un dischetto di terre rare), di uno schermo diatermico opaco ai raggi luminosi, di uno specchio parabolico, ed infine di uno schermo atermico rotante a grande velocità e provvisto di un'apertura diatermica, capace cioè di dar passaggio ai raggi calorifici.

Con ciò il fascio di raggi calorifici, emanante dallo specchio parabolico, risulta interrotto con frequenza dipendente dalla velocità di rotazione dello schermo. La stazione ricevente porta nel fuoco di uno specchio un ricevitore od un amplificatore telefonico. Le interruzioni periodiche del fascio calorifico producono un ronzio continuo del telefono, che può tramutarsi in una percezione acustica di segnali telegrafici Morse, quando con uno speciale dispositivo si dia alle interruzioni dell'apparecchio trasmettente il carattere di tali segnali. Si ebbero con questo sistema buoni risultati a qualche centinaio di metri di distanza.

Anche l'individuazione delle batterie nemiche venne tentata con la cella al selenio, approfittando della sua sensibilità al lampo che accompagna lo sparo delle grosse artiglierie. Tre celle collocate a triangolo a qualche distanza l'una dall'altra percepiscono lo sparo in tempi diversi, dipendenti dalla loro distanza dal punto dello scoppio. Registrando con dispositivi automatici tali tempi, si può risalire analiticamente alla posizione dello scoppio. Però tale applicazione rimase allo stato di tentativo, essendo stata superata da altri metodi fonotelemetrici più perfetti.

Fra le applicazioni scientifiche indubitatamente più interessanti vi è quella della riproduzione fotografica della voce. Essa è basata sull'impiego di un arco cantante S (fig. 5) alimentato a corrente continua attraverso il secondario di un trasformatore T, il cui primario contiene una batteria P ed un microfono M dinanzi al quale si parla. Una camera fotografica C a pellicola $A B$ svolgentesi davanti alla fessura rettangolare O è disposta in modo che attraverso la sua lente cilindrica L, il cui fuoco cade sulla pellicola, quest'ultima rimanga impressionata dalle radiazioni provenienti dall'arco. Le modulazioni della voce, modificando la corrente primaria e per conseguenza le condizioni del circuito secondario, producono modificazioni nell'intensità luminosa dell'arco, che rimangono registrate sulla pellicola in forma

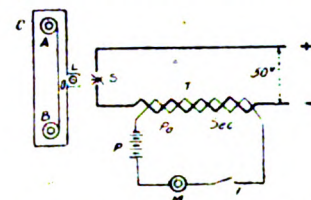



Fig. 5. — Dispositivo per la fotografia del suono.

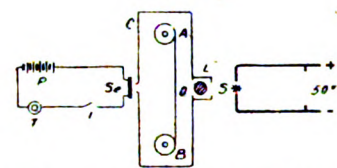



Fig. 6. — Riproduzione fotografica del suono.

di striscie chiare e scure. Se ora si svolge la pellicola così impressionata in una camera C analoga (fig. 6), illuminandola con un arco uguale S e disponendo davanti ad un'apertura opposta della camera una cella al selenio (Se) inserita nel circuito di una batteria P contenente un telefono T, questo riprodurrà, se bene un po' indeboliti, i suoni prodotti davanti al microfono M. Anche il canto e pezzi di musica riescono così riprodotti soddisfacentemente.

Altra applicazione, oggi però scemata di importanza in seguito al grande sviluppo della radiotelefonia a base di onde hertziane ed all'introduzione della valvola ionica, è la radiotelefonia con onde luminose già accennata. Il concetto è riassunto nella fig. 7: un arco

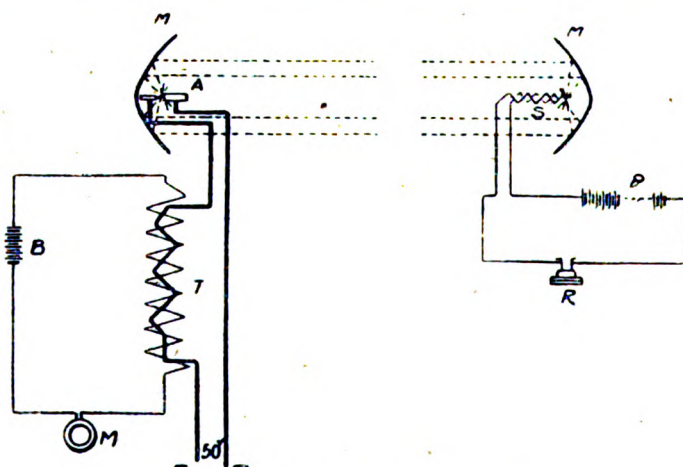



Fig. 7. — Radiotelefonia con onde luminose.

cantante A è messo in circuito in modo identico al precedente e forma il fuoco dello specchio parabolico trasmettente. Nel fuoco di quello ricevente vi è una cella al selenio S agente ancora sopra un circuito analogo a quello descritto più sopra. Al ricevitore telefonico R si riproducono così i suoni emessi davanti al microfono M.

In varie riprese ed anche con buoni successi la cella al selenio ha trovato impiego nella televisione o trasmissione a distanza delle imagini. Uno dei migliori procedimenti del genere è quello Korn, riassunto nello schema della fig. 8. L'immagine da trasmettere è avvolta in forma di pellicola fotografica sul cilindro C nell'interno del quale è posta una grossa cella al selenio R collegata al circuito I ed attraverso la batteria P con la terra. Una lente L il cui fuoco cade sulla pellicola D concentra i raggi di una sorgente luminosa S attraverso la pellicola sulla cella R. Alla stazione ricevente un cilindro P, sincrono con C, porta una pellicola da impressionare posta in una camera oscura ed illuminata da un tubo ad alta frequenza T alimentato dal circuito $H F$. In questo circuito è incluso un ago mobile C_1 C le cui estremità sono affacciate contro due punte spinterometriche.

L'ago fa parte del galvanometro G inserito fra il filo di linea l e la terra. Quando l'ago si sposta sotto l'influenza delle variazioni della corrente che attraversa la cella, in C_1 e C_2 scoccano scintille di varia lunghezza che modificano l'intensità luminosa del tubo T e corrispondentemente variano l'impressione della pellicola avvolta su P, riproducendosi così l'imagine della pellicola D. Esperimenti fatti con questo sistema in Francia nel 1907 sopra una linea telefonica di 1024 Km diedero ottimi risultati.

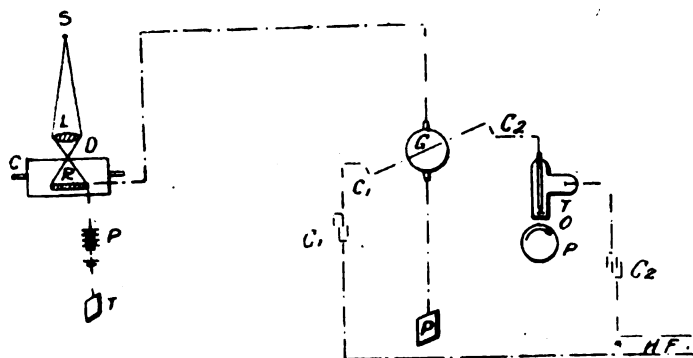



Fig. 8. — Trasmissione a distanza delle imagini.

Altri sistemi ricorrono al principio seguente: si proietta l'imagine da trasmettere sopra uno schermo costituito dalla superficie sensibile di tante celle accostate l'una all'altra e comandanti ciascuna un circuito. Nella stazione ricevente il quadro si ricostituisce a guisa di mosaico, per effetto delle sensazioni diverse riportate dalle singole celle.

Un'ultima applicazione, fra le tante interessanti di cui abbiamo visto essere capaci le celle al selenio, riguarda la fotometria e può tornare utile in vari casi, sia per registrare fenomeni astronomici, come eclissi solari, sia per le misure dell'intensità di radiazioni di varia natura. Un interessante tentativo del primo genere è stato fatto durante l'eclissi del 17 aprile 1912; il dispositivo, semplicissimo nella sostanza, comprendeva un milliamperometro registratore, che tracciava senz'altro sopra un foglio, precedentemente calibrato, la curva delle intensità; la scala dei tempi venne controllata coi segnali dell'ora emessi dalla stazione radiotelegrafica della Torre Eiffel. Anche radiazioni ultrarosse provenienti da processi chimici od altro, raggi X, radiazioni ultraviolette ecc. trovano nella cella al selenio un rivelatore efficacissimo, per cui il campo delle sue possibili applicazioni si presenta vastissimo ed oltremodo interessante.

a. c. s.

Errata corrige.

Articolo CAMINATI, pubblicato a pag. 75 del n. 4 (5 febbraio 1921):

a pag. 77 linea 31, invece di:

$$R' = \frac{1}{2s} \left[\pi_1 n - \pi_2 (2s - 0) - F (2s - q)\right]$$

leggasi:

$$R' = \frac{1}{2s} \left[\pi_1 n + \pi_2 (2s - 0) - F (2s - q)\right]$$

a pag. 78 linea 23, invece di:

$$R' = \frac{1}{2s} \left[F (2s - q \quad \pi_1 n - \pi_2 (2s - 0)\right]$$

leggasi:

$$R' = \frac{1}{2s} \left[F (2s - q) \cdot \pi_1 n - \pi_2 (2s - 0)\right]$$

a pag. 78 linea 24, invece di:

$$R'' = \frac{1}{2s} \left[Fq - \pi_1 (2s \; n) - \pi_2 0\right]$$

leggasi:

$$R'' = \frac{1}{2s} \left[Fq - \pi_1 (2s - n) - \pi_2 0\right]$$

a pag. 79 denominatore formola (6), invece di:

$$\frac{3B}{E_r} \div \frac{5B_1}{E_r}$$

leggasi:

$$\frac{3B_1}{E_r} \div \frac{5P_1}{E_r}$$

a pag. 80 linea 43, invece di:

$$x \quad y = 556$$

leggasi:

$$x = y = 560$$

LETTERE ALLA REDAZIONE

Sull'accumulazione termica dell'energia.

Riceviamo e pubblichiamo:

Milano, 10 marzo 1921.

On. Redazione dell'« Elettrotecnica »

MILANO

Vivamente appassionato allo studio dell'accumulo della energia elettrica sotto forma di calore, per l'importanza odierna delle sue svariate applicazioni — che debbono risolvere, sino dove è possibile, molti problemi del riscaldamento industriale, ed alcuni del riscaldamento domestico — ho letto col più vivo interesse lo studio veramente interessante ed approfondito, pubblicato nel N. 5 del febbraio del nostro Periodico, dovuto all'Ing. Giovanni Durando.

Per amore di verità tengo a che sia noto che il concetto della accumulazione termica a varie temperature (che il Durando chiama « differenziale », e che io ho chiamato « a scambio di calore, con focolare a braciere elettrico*») è stato precedentemente da me ideato, studiato e consacrato in un brevetto, che non è ancora noto per essere stato protetto col segreto di guerra.*

Ciò solo per la parte riflettente l'accumulazione applicata agli apparecchi di riscaldamento di mia invenzione, ed in particolare alle mie cucine elettriche. Naturalmente le forme nelle quali il calore così accumulato viene utilizzato differiscono sensibilmente nei miei apparecchi ed in quelli dell'Ing. Durando; ma resta però a notarsi il fatto che i maggiori rendimenti degli apparecchi suddetti hanno la loro ragione d'essere solo nella accumulazione come suddetta, prima da me e poi dal Durando posta a base degli studi in questione.

Ringraziando, con ossequio

Dev.mo Prof. RICCARDO ARNO'.

*

Sul colpo di ariete.

Riceviamo e pubblichiamo:

Egreg. Sig. Redattore Capo de « L'Elettrotecnica ».

*La prego di pubblicare queste poche righe di chiarimento al Sunto della mia Nota sul colpo d'ariete, comparso nel fascicolo 6° dell'*Elettrotecnica.

A leggere questo Sunto sembrerebbe che il Michaud sin dal 1878 *avesse distinto nel colpo d'ariete le due fasi caratteristiche ed avesse trovato una formola rappresentante completamente il fenomeno, mentre io non avrei fatto altro che dare una dimostrazione più razionale della formola stessa.*

Invece il Michaud, trascurando gli effetti elastici, non fece distinzioni di fasi e dette una formola monomia, la quale per durate di chiusura inferiori al semiperiodo di oscillazione, dà risultati inaccettabili.

Il primo a distinguere le fasi, fase di colpo semplice e fase di contracolpo fu l'Allievi. Egli però per la fase di contracolpo dette una formola che non resiste alla critica. Tutti i miei studi sul colpo d'ariete furono diretti alla ricerca di un'espressione algebrica che potesse sostituirla. Dopo parecchi vani tentativi vi sono finalmente riuscito e nell'ultimo Congresso di Roma ho esposto una nuova formola che per puro caso coincide con quella del Michaud.

Ecco perchè io le ho dato il nome di Formola Allievi-Michaud*; con pari ragione l'avrei potuta denominare* Formola Allievi-Fossa*, se non avessi avuto lo scrupolo di appropriarmi una priorità che non mi spetta.*

Con distinti saluti

Ing. CARLO FOSSA MANCINI.

Probabilmente la forma ci ha tradito, perchè colla nostra nota editoriale non avevamo certo l'intenzione di sminuire il merito dell'Egregio Autore. Volevamo semplicemente richiamare l'attenzione sul fatto — non nuovo del resto nella storia della tecnica — di un risultato che, desunto con procedimenti irrazionali e partendo da premesse imperfette, viene a molti anni di distanza riconfermato, sia pure in un più ristretto campo di applicazione, da indagini condotte col sussidio dei più moderni studi in argomento.

(N. d. R.)

:: SUNTI E SOMMARI ::

TRASMISSIONE E DISTRIBUZIONE.

P. MEYER. — **Trasporto d'energia idroelettrica dalla Svizzera in Francia – Linea di trasmissione a 110.000 volt.** (Revue Générale de l'Electricité, 1 maggio 1920, pag. 589-599).

Nel 1918-1919 è stato operato un trasporto d'energia fra la Svizzera e la Francia, per permettere alla Compagnia Lorenese di Elettricità di ricevere energia idroelettrica proveniente dalla Centrale di Goësgen costruita sull'Aare dalla Società Motor. Questa arteria era destinata a connettere la centrale di Goësgen alla rete della Compagnia Lorenese passando il confine a Delle e nello stesso tempo sostituire una linea progettata in Francia prima della guerra, la cui esecuzione era diventata irrealizzabile. La parte svizzera della linea fu iniziata sotto gli auspici della Società Motor, aiutata nell'acquisto dei materiali dal Ministero Francese.

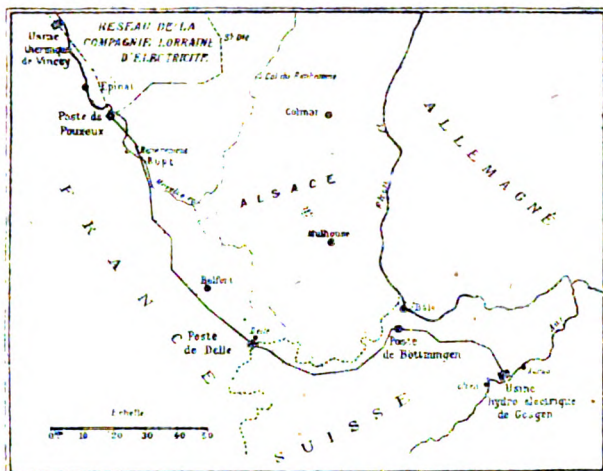
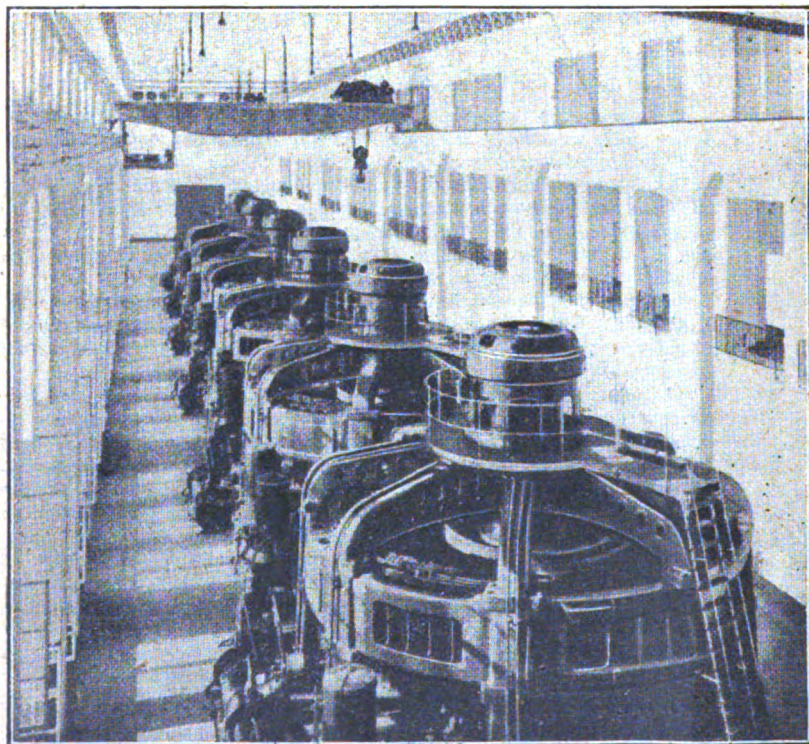



Fig. 1.

Fig. 2.

I lavori cominciati nel giugno del 1918, furono terminati in un solo anno e la linea fu pronta per essere messa sotto tensione il 10 agosto 1919.

Trattandosi di una distanza di 185 km. fra il centro di produzione e il luogo di trasformazione a Pouxeux (Vosgi), e dovendosi trasportare una potenza di ∿ 15 000 kW venne adottata nel trasporto la tensione di 110 000 Volt, affinchè, con un fattore di potenza di 0.8 a Pouxeux, le perdite ohmiche fossero limitate al 10% e la caduta totale di tensione non oltrepassasse il 15%.

La centrale idro-elettrica di Goësgen, costruita fra Olten e Aurau (V. fig. 1) utilizza le acque dell'Aare, con un salto di 17 metri durante la massima magra e una portata di 350 m^3/sec.

I sei gruppi di 5600 kW attualmente installati sulle otto unità previste (V. fig. 2) producono corrente trifase a 8000 Volt. La parte d'energia destinata all'esportazione viene trasmessa provvisoriamente alla tensione di 70 000 Volt da una stazione distributrice contigua alla centrale e disposta per ricevere successivamente la tensione di 110 000 V.

La linea che attraversa un ugual tratto di suolo svizzero e francese, segue un percorso in generale montuoso e boscoso. Da Goësgen, la linea risale in direzione di Basilea, segue la frontiera Alsaziana ed entra in Francia a Delle ove è situata la stazione di collegamento contenente le unità di misura.

Essa si dirige poi sulla destra di Belfort, passa in Haute-Saône, s'innalza per raggiungere il massiccio dei contrafforti dei Vosgi, raggiunge a Rupt la Mosella, di cui segue la valle fino a Pouxeux. La quota minima è toccata a Morvillars a 339 m, la massima è raggiunta a Belfahy a 825 m.

La descrizione seguente tratta specialmente del tratto di linea francese: essa è costituita da pali metallici, e da tre corde di rame di 78 mm^2 portati da catene d'isolatori sospesi; per tutta la lunghezza è teso un cavo d'acciaio di 40 mm^2 di sezione. Si è diminuito quanto fu possibile il numero degli isolatori con l'adottare grandi campate. La campata normale che risultò dai calcoli la più economica, è di 180/200 m.

Si raggiunsero però in certi punti i 300 e perfino i 500 m. Il pericolo della rottura meccanica dei conduttori impiegati va assolutamente scartato, dato il diametro scelto, giacchè è provato che il peso dovuto alla brina e alla neve è in proporzione minore nei conduttori a grande sezione che in quelli di piccolo diametro ([1]).

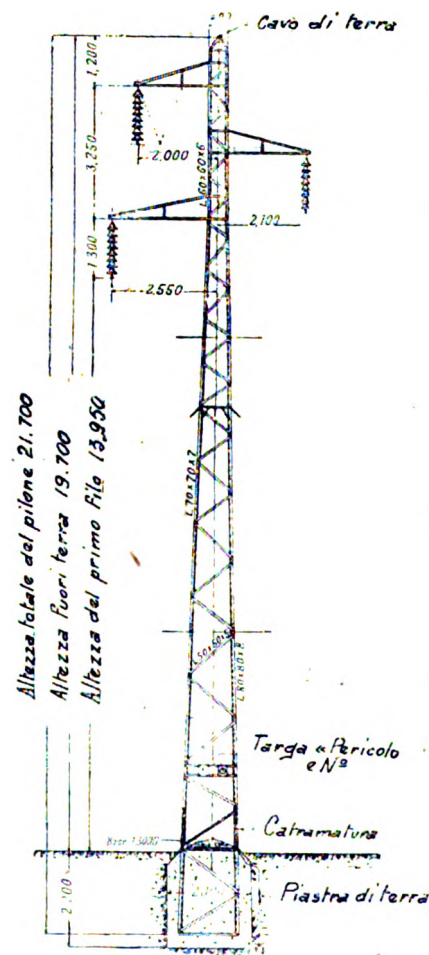



Fig. 3.

([1]) Lo scartare a priori questo pericolo non sembra prudente, specialmente in regioni fredde come il nord ovest della Svizzera e i Vosgi. *(N. d. R.)*.

I pali di linea normali e di rettilineo furono calcolati per resistere con un margine di sicurezza $>$ 3 al carico delle corde, delle catene di isolatori e allo sforzo trasversale del vento.

Fig. 4.

Negli attraversamenti di strade i pali sono avvicinati in modo da avere un margine di 5. Il peso complessivo è di 1300 kg per palo normale in tre tronchi riuniti con bulloni.

Fig. 5.

Il peso dei pali d'angolo è di kg 2500. Il ferro omogeneo dei pali resiste alla rottura fino a 40 $\div$ 42 kg/mm^2 ed ha un allungamento del 18%.

L'altezza dei pali fuori suolo è di m 19.70. Il punto d'attacco del conduttore inferiore è a 14 m in modo d'avere su una portata di 180 m. e con una temperatura di $+$ 35° una distanza di 7 metri fra il punto più basso della freccia e il livello del suolo (fig. 3).

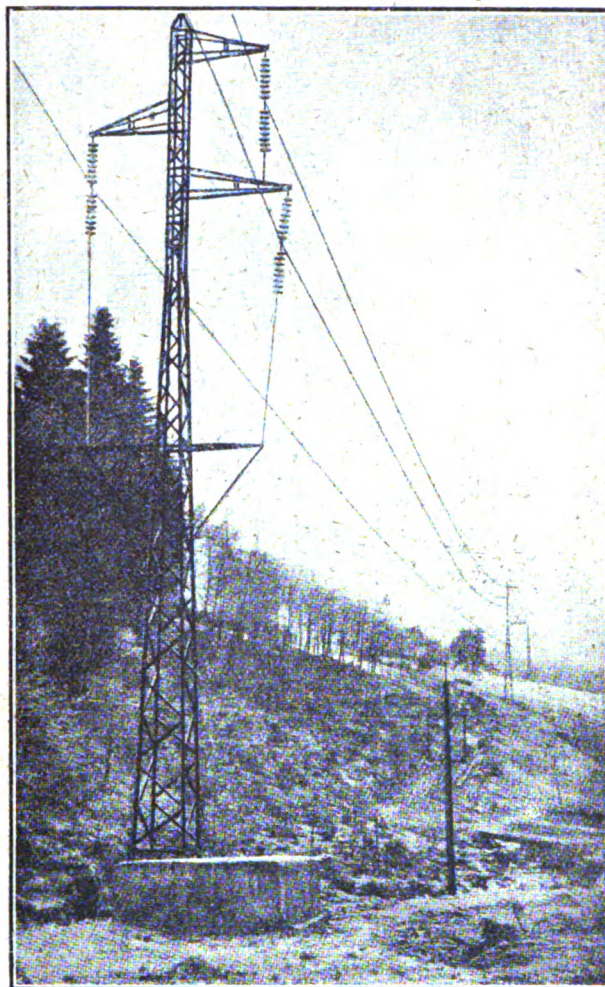



Fig. 6.

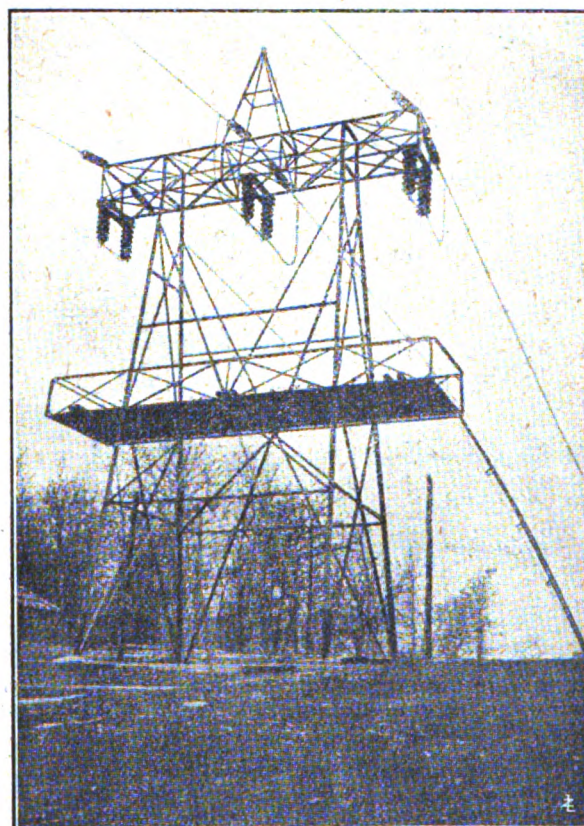



Fig. 7.

I montanti sono incastrati entro massi di béton di forma variabile calcolati in base alla resistenza del suolo.

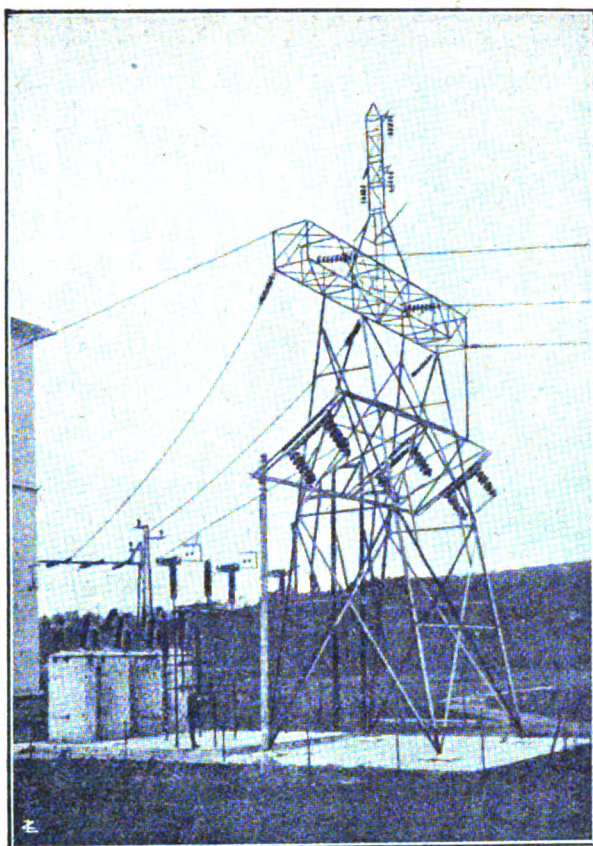



Fig. 8.

La posizione dei pali venne stabilita per mezzo di curve grafiche stabilite in funzione delle portate per le temperature estreme — 20° e + 35°. I pali di amarraggio sono ad intervalli di 1000 ÷ 1200 m, e più vicini nei tratti montagnosi. In certi punti per evitare un palo d'amarraggio furono poste delle catene d'isolatori verticali sotto i punti di sospensione per immobilizzare le corde (V. fig. 6). Per ridurre la lunghezza della linea ed evitare angoli si dovettero aprire varchi attraverso boschi e foreste.

La tensione e la regolazione delle corde era controllata al dinamometro.

Per facilitare la sorveglianza e per localizzare i probabili accidenti, vi sono posti di sezionamento a Bavilliers, a Plancher-les-Mines, a Servance e a Rupt che permettono la suddivisione della linea in tronchi di circa 20 km.

Le intelaiature metalliche erette in questi punti portano dei coltelli aerei manovrabili da una passerella (fig. 7).

All'arrivo a Pouxeux la linea prima d'entrare nella cabina della Compagnia Lorenese di Elettricità è munita di parafulmini elettrolitici (fig. 8) situati all'esterno.

A Delle, ove mette capo la linea che arriva da Goësgen si ha il raccordo fra il tronco di linea svizzero e quello francese. Le linee sono protette da bobine d'induzione, combinate con parafulmini a corna a tre intervalli.

L'entrata delle corde nell'interno della cabina si effettua per mezzo di tramezze isolanti fissate al centro di un vetro di m 1,50 di lato, coperti da una tettoia in cemento armato (V. fig. 9).

Il piano superiore è riservato alle bobine d'induzione, coltelli e interruttori dei trasformatori di misura. Gli interruttori sono comandati a distanza per mezzo di relais. L'apertura e la chiusura vengono effettuate da motorini a corrente continua. Al pianterreno sono situate le bobine di comunicazione con la terra, tipo Brown-Boveri, (usate pure come trasformatori di tensione), i trasformatori di corrente e gli interruttori in olio.

Per le comunicazioni fra Delle e Pouxeux è impiantato un telefono privato con fili di rame duro di mm 2,5; mentre quelle fra Goësgen e Delle sono fornite dall'Amministrazione delle Poste, Telegrafi, Telefoni Svizzera.

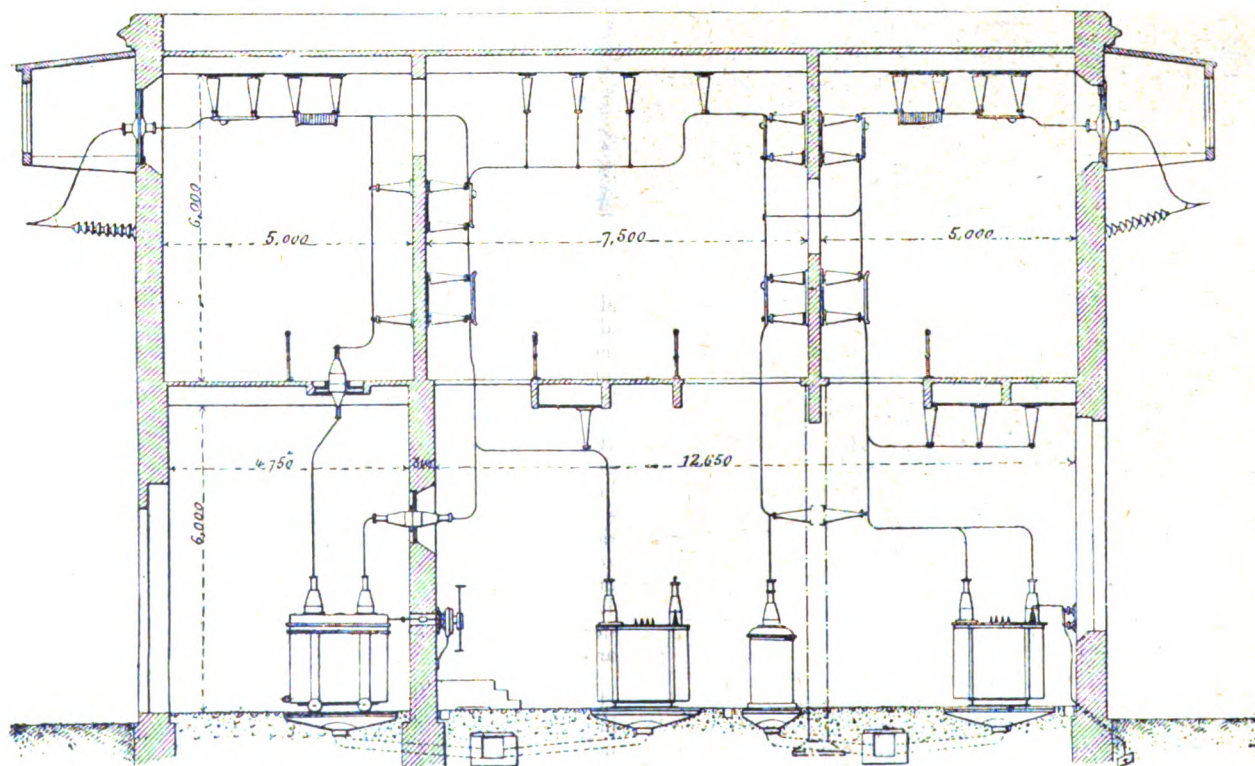



Fig. 9.

La corda di terra passa sull'asse del palo, nel suo vertice, stretto da ganascie speciali, bullonate esse stesse sulla testa del palo con l'interposizione di una foglia di piombo. Nei pali d'angolo delle pinze mobili arrestano la corda di terra da una parte e dall'altra della ganascia, lasciandole la flessibilità sufficiente per evitare l'usura dovuta allo sforzo di trazione obliquo (fig. 5).

Una placca di rame unita assicura la comunicazione con la terra di ciascun palo. Le catene d'isolatori comprendono otto elementi di porcellana (fig. 5): se ne hanno nove nel caso di pali di amarraggio d'angolo.

La catena è complessivamente lunga m 1.30: il diametro di ogni elemento 250 mm e il suo peso kg 3,600.

La marcia in parallelo fra Goësgen e Vincen, alla distanza di 230 km, si effettua senza difficoltà.

(*a. r.*)

:: :: :: CRONACA :: :: ::

RADIOTELEGRAFIA E RADIOTELEFONIA.

La grande stazione r. t. Lafayette presso Bordeaux. — A 25 km da Bordeaux presso il villaggio di Croix d'Hins sorge la stazione Radiotelegrafica Lafayette (fig. 1), che copre una superficie di circa km² 0,627. La stazione comprende vari gruppi di edifici, per la Direzione, l'Amministrazione, i macchinari e gli alloggi. Alla costruzione parteciparono: la Marina Americana, fornendo gli apparecchi di trasmissione ed i piloni metallici, e la Radiotelegrafia Militare Francese stabilendo il piano generale della stazione, determinando il tipo d'aereo e il progetto della presa di terra. Inoltre i Francesi si occuparono della costruzione degli edifici, delle fondazioni dei piloni e della sistemazione della linea elettrica di alimentazione.

L'aereo è sostenuto da otto piloni alti 250 m, simmetricamente disposti ai lati di un asse orientato approssimativamente per E. S. E. secondo l'arco di circolo massimo passante per Annapolis, e formanti un rettangolo di m 400 × 1200 (fig. 2). Essi sono in acciaio del tipo non controventato (self supporting) a base triangolare di 65 metri di lato e pesano 550 tonnellate ciascuno.

L'aereo è del tipo comune ad L rovesciato o a gomito ed è composto di 16 fili trecciati a 7 trefoli di filo di bronzo fosforoso di 2,7 mm e di diametro complessivo di 8 mm. I fili d'aereo sono sostenuti da draglie tese trasversalmente fra le successive coppie di torri e sono in cavo d'acciaio al crogiuolo, zincato, del diametro di 20 mm. La coda che scende dalla draglia sospesa fra le torri della coppia più vicina alla Radio, è composta di 10 fili di rame massiccio di mm 6,6 di diametro, disposti in forma di nastro. Essa entra nella Radio attraverso una lastra di vetro di 5 m² ed è provvista di un interruttore scaricatore manovrabile anche dalla sala dell'induttanza in caso di temporale. I fili orizzontali dell'aereo sono diversamente spaziati per effettuarne l'utilizzazione più economica (massimo di capacità).

Gli isolatori di sostegno sono progettati per un carico di sicurezza di 7 tonn e sono stati provati ad un carico di rottura di 20 tonn. Le massime saette delle draglie sono:

Fra la prima coppia di torri, dalla quale scende la coda	m 53.32;
Fra le torri delle due coppie successive	m 27.43;
Fra le torri dell'ultima coppia	m. 28.95.

Le costanti dell'aereo sono:

Capacità di aereo	47,45 m μ F
Induttanza di aereo	410 μ H
Onda naturale	8375 m
Resistenza del circuito oscillante totale per l'onda di 23450 metri.	1,5 Ω

La potenza nell'aereo a 500 ampere è circa 400 kW (12 kW di potenza irradiata). Le distanze di ascoltazione sono state di quasi 20 000 km.

La terra è formata da uno strato di 94 piastre di rame di un m² ciascuna, sepolte a circa m 1,5 sotto il pavimento della centrale e sono collegate per mezzo di 40 striscie di rame (larghezza mm 72 e spessore mm 1,6), ad una striscia circolare (formata da sei fili da mm 2,7 in parallelo) di raggio m 33, il cui centro trovasi fra i due archi Poulsen della Radio. A ciò si aggiunge un fascio di 80 tubi di rame di mm 80 di diametro, lunghi metri 20 circa e affondati uniformemente nel terreno secondo un cerchio, concentrico colla striscia circolare, e di raggio di m 85. Questi tubi sono collegati a coppie alle 40 striscie e sono inoltre collegati lungo una circonferenza con 6 fili di rame di 2,7 mm in parallelo. Questo sistema di terra venne poi migliorato coll'aggiunta di altri fili di rame stesi sul terreno fra le torri fino all'allineamento della penultima coppia di alberi, e collegando le torri al sistema della terra.

Fig. 1.

Nell'edificio dei macchinari sono sistemati due archi Poulsen da 1000 kW con commutatore automatico per il cambiamento d'onda e dispositivo di segnalazione. L'energia per la stazione è fornita da una linea a 50 000 V proveniente dall'impianto di Tuiliere (25 000 kW) e viene trasformata alla Radio in corrente alternata 2300 V, 50 periodi. Viene poi convertita in corrente continua per gli archi, per mezzo di un gruppo costituito da un motore sincrono 1250 kVA, 8 poli, direttamente collegato ad un generatore a corrente continua, 1000 kW, 1250 V. Gli archi sono regolati a distanza; la resistenza di accensione è di circa 3 ohm e può sopportare una corrente massima di 500 ampere per due minuti.

Per la espulsione della fuliggine e dei gas dalla cassa degli archi vi sono dei ventilatori con tubo da 250 mm, azionati da motori a induzione da 3,7 kW a 220 V. Con ciò la fuliggine può essere eliminata rapidamente senza insudiciare affatto il locale. Allo scopo di evitare pericolose esplosioni dovute a filtrazioni d'aria nella cassa dell'arco, è sistemato un tubo ad U che realizza una chiusura idraulica e permette di accertarsi che la pressione all'interno è superiore alla pressione atmosferica. Vi è altresì un dispositivo di sicurezza con diaframma di carta, che, in caso di esplosione dovuta a falsa manovra, viene proiettato via, impedendo danni alla cassa e agli apparati. L'atmosfera adatta al funzionamento dell'arco può essere creata introducendo nella camera idrocarburi, ovvero alcool o infine cherosene.

Gli apparati radiotelegrafici consistono in due archi Poulsen da 550 ampere di corrente oscillatoria, del tipo a circuito magnetico chiuso. L'eccitazione è data da due avvolgimenti uno in serie ed uno ad eccitazione separata immersi in una cassa d'olio. Gli avvolgimenti sono di piattina di rame nudo isolata con striscie di fibra fra le spire e con isolamento di quercia o bachelite fra le singole ciambelle. Lo avvolgimento in serie si compone di 11 di queste ciambelle e quello in derivazione di 6. La ciambella più esterna, collegata coll'anodo, agisce

come avvolgimento di arresto (choker) per le correnti ad alta frequenza ed ha fra le spire triplo isolamento. Alcune prove fatte recentemente hanno dimostrato la convenienza di collegare fra loro le ciambelle dell'avvolgimento in serie in modo tale da farle equivalere a tre sole ciambelle, per evitare di non dovere in determinate condizioni invertire il senso dell'eccitazione separata. L'anodo, la cassa degli archi, il coperchio, l'estremità dei poli magnetici e la camicia del catodo, oltre che l'olio della cassa delle bobine, sono refrigerati mediante circolazione d'acqua. Le pompe di refrigerazione sono capaci di fornire litri 1100 al minuto con una prevalenza totale di metri 21 ed hanno la possibilità di funzionare in serie o in parallelo a seconda delle necessità. Il serbatoio per l'acqua di circolazione ha il raggio di m 7,30, è profondo m 1,22 e contiene circa 1800 ettolitri. Il massimo aumento di temperatura verificato nel serbatoio dopo un funzionamento a pieno carico dell'arco per 10 ore al giorno in 5 giorni, fu di 10 gradi centigradi.

Fra gli archi vi è un pannello di intercomunicazione che provvede al rapido scambio delle connessioni e controlli da un arco all'altro, ed ha un sistema elettrico di blocco che impedisce di lasciare parte delle connessioni su di un arco e parte sull'altro. Vi è pure un pannello che permette di commutare rapidamente l'onda scegliendo automaticamente il numero delle spire di induttanza che devono essere inserite nel circuito dell'aereo. La gabbia di induttanza, avente il raggio di metri 2,13, è composta di 27 spire di cavo multiplo ed è sostenuta da 13 colonne trasversali di porcellana. L'induttanza totale della gabbia è di 2988 microhenry e la sua resistenza (per $\lambda = 23\,450$ metri) è 0,27 ohm. Con l'attuale capacità dell'aereo questa gabbia dà una lunghezza d'onda massima di m 23 450. L'altezza totale della gabbia è m 4,57. Il cavo multiplo è costituito di 26 fasci di 16 trecce, ciascuna di 37 trefoli di filo di rame smaltato da mm 0,127. Vi sono così 15.392 fili formanti una sezione trasversale di rame di mm^2 195. Per proteggere sia l'edificio, sia la sala dell'induttanza da nocivi campi elettrostatici vi è una gabbia di Faraday composta di 72 barre di rame nudo sospese al soffitto, ai muri ed affondate nel pavimento di calcestruzzo.

Il sistema di segnalazione è a variazione d'onda ottenuta con un secondario composto di 78 sezioni, comandate da altrettante chiavi. Tutto il secondario può alzarsi e abbassarsi di pochi centimetri e regolare così il carico per le chiavi e la variazione di lunghezza d'onda al valore conveniente. Si ha con tale sistema il vantaggio di rendere le chiavi indipendenti tra loro ed evitare dannosi scintillii ai contatti. I relais sono azionati con corrente a 110 volt per le velocità di trasmissione regolari, ed a 575 volt per il funzionamento rapido. La massima velocità di trasmissione è dell'ordine di 100 parole al minuto. La trasmissione è controllata automaticamente da trasmettitori Kleinschmidt che possono esser posti anche lontani dall'impianto.

Tutta l'acqua di alimentazione è fornita da pozzi artesiani di m 9,14 di profondità che alimentano due serbatoi, uno di hl 454,30 e l'altro da hl 1021,50. Vi è pure un serbatoio in calcestruzzo alto 20 metri e avente una capacità di circa hl 408,57.

M. Z.

Fig. 2.

VARIE.

L'audion di De Forest nel presente e nell'avvenire. — Con un'ampolla di vetro e con pochi pezzi di metallo Lee De Forest ha dato un nuovo strumento alla scienza, ha aperto un nuovo campo alla telefonia e alla radiotelegrafia, e ha fornito ai fisici un mezzo di ricerca che dividerà la storia della scienza in due epoche, la pre-audion e la post-audion.

Questa affermazione con cui C. H. Claudy comincia un articolo pubblicato sul Scientific American del 15-5-20 sulle applicazioni presenti e future dell'audion, se può sembrare a prima vista alquanto esagerata, risulta invece perfettamente giustificata quando si considerino con qualche dettaglio le meravigliose applicazioni che l'audion ha avuto finora e quelle ancora più importanti che avrà certamente in avvenire.

Come è noto, un audion, così chiamato per il fatto che in esso l'impiego di ioni rende possibile l'udibilità di debolissimi impulsi, non è altro che una piccola ampolla a vuoto in cui è collocato un filamento da lampada ad incandescenza che si può riscaldare con una corrente elettrica, una piccola griglia di fili (generalmente di nichel) e una piccola lamina di metallo (anch'essa generalmente di nichel). Nulla si può immaginare di più semplice, eppure questo semplicissimo apparecchio rappresenta rispetto ai deboli impulsi elettrici e in definitiva per l'orecchio, molto più di ciò che l'ultramicroscopio rappresenta per l'occhio.

La prima applicazione dell'audion di importanza commerciale fu quella alla telefonia ordinaria a grande distanza, che permise nel 1915 di telefonare fra San Francisco e New York colla stessa facilità e chiarezza con cui si può telefonare attraverso una strada e ciò in base alla proprietà dell'audion di amplificare le correnti telefoniche con perfetta fedeltà ed esattezza. Per avere un'idea della perfezione e sensibilità del sistema, basta pensare che l'amplificazione ottenuta con trenta audion, e necessaria per compensare l'attenuazione della corrente in una linea di mille miglia, è dell'ordine di dieci elevato alla cinquantesima potenza. Quando si pensi che il massimo ingrandimento con un ordinario microscopio è di circa 5000 diametri e coll'ultramicroscopio di circa 2 500 000 diametri, si può avere una pallida idea delle possibilità di applicazione dell'audion nel campo dell'acustica. Si potranno certamente percepire suoni di cui non si è mai sospettata l'esistenza, se pure non si giungerà, come taluno ha arditamente accennato, a sentire l'urto fra i singoli atomi.

Oltre la telefonia ordinaria a grande distanza, l'impiego dell'audion ha reso pratica la radiotelefonia transoceanica e quella che con espressione apparentemente contradittoria è chiamata radiotelefonia con filo a grande distanza. In questo ultimo sistema un unico filo trasmette contemporaneamente un numero assai elevato di messaggi telefonici con correnti di differenti frequenze, e gli audion amplificatori permettono di dipanare all'altra estremità l'intricata matassa delle varie trasmissioni e di ricevere queste colla massima chiarezza.

Non può esser lontano il giorno in cui, grazie all'impiego dell'audion, la radiotelefonia avrà sostituito completamente la radiotelegrafia

e lo spazio sarà pieno di voci invece che di punti e linee. Grazie sempre all'impiego dell'audion sono diventate superflue le grandi antenne per la ricezione e forse si approssima l'epoca in cui in luogo delle antenne trasmittenti alte centinaia di metri sul suolo, si impiegheranno aerei sepolti nel terreno. L'audion può inoltre funzionare come generatore, e questo generatore che non ha parti in movimento, e non richiede lubrificazione, nè sorveglianza, nè macchina motrice, è capace di produrre correnti alternate di alta frequenza da uno a dieci milioni di periodi al secondo.

Quali potranno essere in avvenire le applicazioni dell'audion, conclude il Claudy, neppure lo stesso De Forest potebbe precisare; si può però con qualche fondamento ritenere che la possibilità di amplificare pressochè indefinitamente i deboli impulsi elettrici apre ai fisici un campo completamente inesplorato, e molte, se non tutte, le ricerche sull'ultima essenza tanto della materia quanto della forza, dalle quali può dipendere in larga misura l'avvenire della tecnica e quindi della civiltà, troveranno il loro più efficace strumento nell'audion e negli apparecchi da esso derivati.

E. C.

:: :: :: NOTE LEGALI :: :: ::

In materia penale.

Usurpazione di acque.

CASSAZIONE DI ROMA (Sezioni Unite Penali) [1]: « *Chi abusivamente pratica un foro in una conduttura per estrarre ed immettere l'acqua nel suo fondo commette non il delitto di furto qualificato ai sensi del n. 4 dell'art. 404 Cod. Penale, ma il delitto di usurpazione art. 422 Cod. Penale* ».

★

Dice la Corte: « Nel sistema del Codice Penale italiano soltanto le cose mobili, suscettibili di contrattazione, possono costituire oggetto di furto; le aggressioni alla proprietà immobiliare sono contemplate sotto il titolo speciale dell'usurpazione. Ora essendo le sorgenti, i serbatoi, i corsi d'acqua e i canali che deducono le acque in un edificio o in un fondo dichiarati immobili dalla legge (art. 412 Cod. Civile) il fatto di colui che per procacciarsi un indebito profitto devia acque pubbliche o private, al quale non sono applicabili le sanzioni dell'art. 402 e seguenti Codice Penale, trova la propria sede naturale nel disposto del primo capoverso dell'art. 422 e di questo reato, non già di quello di furto possono unicamente riscontrarsi gli estremi nella sottrazione di acqua nel modo suddescritto della tubatura di un acquedotto da cui deriva ».

« La parola *deviare* significa appunto far uscir di via, far prendere all'acqua un'altra direzione, andamento, onde per la lettera della legge, il fatto ritenuto dai giudici di merito rispondeva perfettamente alla ipotesi giuridica testè indicata. Nè ha valore la circostanza di cui è cenno nella sentenza impugnata che l'acqua si prelevasse volta per volta a misura che se ne sentiva il bisogno dal canale conduttore, non potendosene trarre la conseguenza che perciò divenisse cosa mobile, mentre invece proseguendo il suo deflusso dalla conduttura dell'acquedotto senza soluzione di continuità essa manteneva il suo originario carattere immobiliare ».

★

Ci siamo già occupati di questa questione [2] riproducendo una sentenza della stessa Corte, 30 maggio 1919 [3] pronunciata nella stessa causa. E abbiamo spiegato allora la natura giuridica della questione.

Falso impiegato di società elettrica.

CASSAZIONE DI ROMA (Penale), 2 giugno 1920 [4]: « *Commette il reato di furto con abuso di fiducia colui che, presentandosi come inviato di una società elettrica, viene accolto nelle abitazioni private per riparare e ispezionare le condutture elettriche e, colto il momento opportuno, s'impossessa degli oggetti che vi ritrova* ».

★

La difesa sosteneva che si trattava di furto semplice, cioè senza la cosidetta *qualifica* di cui all'art. 404 n. 1 Cod. Penale, consistente nell'abuso di fiducia. Ma la Corte osserva giustamente che il ladro «era ammesso nelle Case dei derubati in quanto lo si riteneva inviato dalla società, e che per tale funzione appunto egli veniva accolto con quella fiducia necessaria che si ripone verso chi è incaricato di una prestazione d'opera e deve compierla ».

« Nulla importa poi che codesta fiducia fosse, come espone la difesa, carpita e non volontaria, dappoichè è indubitabile che il Magni era creduto un vero incaricato della società e come tale liberamente e fiduciosamente ammesso nelle abitazioni altrui per ragione di lavoro, in guisa che egli, commettendo in tali circostanze gli anzidetti furti, abusava della sua posizione di fronte ai derubati ».

AVV. CESARE SEASSARO.

[1] *Foro Italiano*, 1920, II, 257.
[2] *Elettrotecnica*, 1920, 412.
[3] *Foro Italiano*, 1919, II, 348.
[4] *Monitore dei Tribunali*, 1920, 704.

NORME, LEGGI, DECRETI E REGOLAMENTI

Norme per l'ordinazione ed il collaudo degli *isolatori di porcellana* ad alta tensione.

Approvate dal Comitato Elettrotecnico Italiano
(Sotto Comitato C. – Presidente Ing. U. DEL BUONO)

CAPITOLO 1°
Definizioni.

1° — *Isolatore* — è composto di tutte le parti necessarie a sorreggere ed a mantenere isolato un conduttore dal sostegno (palo, parete etc.). La parte isolante di un isolatore può essere *semplice*, se costituita da un solo pezzo o *molteplice*, se costituita da più pezzi opportunamente cementati fra loro.

2° — *Isolatori per esterno* — sono quelli costruiti per poter restare continuamente esposti alle intemperie: essi sono di due tipi:

a) isolatore a perno, costituito da una sola unità semplice o multipla sorretta da un perno metallico;

b) isolatore a sospensione, costituito da più unità od elementi, semplici o multipli, di solito uguali fra loro, collegati in modo da formare una catena.

3° — *Isolatori per interno*, sono quelli destinati ad essere istallati nell'interno degli edifici e protetti dall'azione delle intemperie.

4° — *Isolatori passanti* — sono quelli che vengono attraversati assialmente da un conduttore, e sono da considerarsi appartenenti all'una o all'altra delle categorie precedenti, a seconda che sono da istallare all'interno od all'esterno degli edifici.

5° — *Scarica ad arco superficiale o disruptiva* è quella che si produce fra le parti in tensione in contatto rispettivamente col conduttore e con il sostegno, attraverso l'aria, lungo la superficie dell'isolatore.

6° — *Perforazione* — è la rottura del corpo isolante prodotta con una scarica attraverso alla massa dell'isolatore.

7° — *Corona - effluvio - scarica locale* — sono le luminosità e scariche che si manifestano alla superficie in alcune parti dell'isolatore sottoposto a tensione senza dar luogo alla scarica superficiale.

Esse indicano sollecitazioni locali eccessive.

8° — *Tensione critica* — è la tensione alla quale cominciano a formarsi archi permanenti fra il conduttore ed il sostegno. Per le correnti alternate si devono considerare, sempre ed esclusivamente, i valori efficaci della tensione.

Si può considerare la tensione critica a secco e sotto pioggia.

9° — *Coefficiente di sicurezza* — è il rapporto fra la tensione critica e la massima tensione che l'isolatore deve sopportare in esercizio.

CAPITOLO 2°
Materiali costituenti l'isolatore.

10° — *Porcellana* — La porcellana deve essere compatta, omogenea, esente da porosità ed uniforme: la massa non deve assorbire umidità.

Un pezzo di porcellana spaccato, tale da non presentare facce verniciate, non deve assorbire nessuna traccia di liquido colorato che venga sparso sulla superficie di frattura, o meglio immerso in una soluzione colorata (alcoolica di fucsina) sotto pressione (6 o 7 kg per cmq), e per 24 ore non deve assorbire traccie di colore.

Lo *smalto* deve essere perfettamente liscio, duro e continuo su tutte le superfici smaltate. Esso deve essere inattaccabile dall'azione prolungata dell'acqua, dell'acido nitrico e dagli alcali, e deve resistere ai rapidi cambiamenti di temperatura senza screpolarsi. La cottura dei singoli pezzi di porcellana componenti un isolatore, deve essere fatta in modo che la massa non sia resa fragile e che non si manifestino in essa tensioni interne, che possono rendere fragile l'isolatore.

11° — *Le parti metalliche* saranno accuratamente verniciate o zincate, o altrimenti trattate per proteggerle dall'ossidazione.

12° — *Cemento*. Per gli isolatori in più pezzi, le parti saranno riunite, usando cemento Portland a lenta presa della migliore qualità, accuratamente mescolato e mantenuto umido durante la presa. La messa del cemento deve essere compatta, e non deve presentare vuoti o bollicine.

Le parti metalliche che sono fissate all'isolatore, non devono produrre sforzi meccanici nell'isolatore stesso.

CAPITOLO 3°

Prova degli isolatori.

A) — CLASSIFICAZIONE DELLE PROVE.

13° — Le prove alle quali gli isolatori debbono assoggetarsi, sono:

Prove di verifica del tipo, aventi per iscopo di verificare se un isolatore è di forma, dimensioni o di materiali adatti alle condizioni di esercizio alle quali esso è destinato. Dette prove devono farsi su uno o due elementi della fornitura.

Prove di collaudo della fabbricazione, aventi per iscopo di verificare se i pezzi di una data fornitura, e di un dato tipo, sono esenti da vizi di fabbricazione, e tali da poter essere accettati.

Tali prove devono farsi sopra tutti gli elementi della fornitura, e solo per tensioni di esercizio inferiori a 10 000 Volt si possono limitare ad una sola parte della fornitura.

B) — PROVE DI VERIFICA DEL TIPO.

a) *prove elettriche.*

14° — *Prove a secco.* Si effettuano su tutti i tipi di isolatori sia per esterno che per interno. Per gli isolatori sospesi viene effettuata la prova sopra ogni singolo elemento e sulla catena completa.

Per tali prove l'isolatore sarà montato come deve esserlo in esercizio, e ad esso si applica dapprima fra il conduttore ed il sostegno una tensione pari al 50% - 60% della tensione di esercizio, e la si aumenta poi gradatamente (per esempio, in ragione di circa 5000 Volt al minuto secondo). La prova dovrà eseguirsi in un locale buio per poter osservare le prime luminosità ed effluvi, e verrà condotta fino a che si determini la scarica superficiale.

Le tensioni critiche ed i coefficienti di sicurezza per le tensioni raccomandate sono comprese nella tabella N. 32, in cui si vede che per le tensioni oltre 60 000 Volt detto coefficiente non deve essere minore di 3.

15° — *Prove sotto pioggia.* Si effettuano per i soli isolatori per esterno: per gli isolatori sospesi si fa la prova sopra ogni singolo elemento e sulla catena completa, disponendo questa, quando ne sia il caso, con la dovuta inclinazione.

Nel caso che gli isolatori debbano essere esposti in località soggette ad acque salate ed alcaline, od acidi, o in condizioni da poter dar luogo a depositi, devono essere fatte delle prove speciali al riguardo, e ciò anche per gli isolatori da interno o passanti.

Per la prova sotto pioggia l'isolatore sarà montato come deve esserlo in esercizio, l'acqua sarà spruzzata sopra di esso in forma di pioggia, sotto un'inclinazione di 45°, ed in modo da essere uniformemente distribuita sopra tutto l'isolatore.

La precipitazione sarà di mm 5 al minuto = 300 m all'ora. L'acqua dovrà essere di pioggia o di vapore condensato e dovrà avere una resistenza specifica di almeno 10 000 Ohm/cm alla temperatura di 15°. L'intensità della precipitazione dovrà essere verificata con un pluviometro, che si collocherà nel posto dell'isolatore, appositamente rimosso. E' sconsigliabile di eseguire la prova sotto getto verticale inclinando di 45° l'isolatore.

La prova sarà condotta come per la prova a secco, e fino ad ottenere la scarica superficiale.

Le tensioni critiche ed i coefficienti di sicurezza corrispondenti alle tensioni raccomandate sono comprese nella tabella N. 32, da cui risulta che per le tensioni oltre 60 000 Volt detto coefficiente non deve essere minore di 2. Il coefficiente di sicurezza sotto pioggia è di regola i 2/3 di quello a secco.

16° — *Prova di perforazione sott'olio.* — Serve a determinare la resistenza della porcellana alla perforazione. Detta prova deve farsi sull'isolatore immerso nell'olio, e si effettua su tutti i tipi di isolatore, sia per esterno che per interno. Per gli isolatori provvisti di armature metalliche devono farsi le prove con le armature a posto.

La tensione sarà applicata e aumentata gradatamente come nelle prove precedenti.

Il valore della tensione di perforazione fra perno e conduttore non dovrà essere minore di 1,50 della tensione critica a secco dell'intero isolatore.

17° — *Forma della curva e frequenza della corrente* — Per tutte le prove la curva della tensione di prova dovrà avvicinarsi il più possibile ad una sinusoide. Il coefficiente di forma (vedi Norme per il collaudo del macchinario elettrico) non dovrebbe superare il valore di 0,10. Le prove debbono essere fatte possibilmente ad una frequenza che sia dell'ordine di quella alla quale l'isolatore deve essere usato; però non vi è errore apprezzabile facendo le prove fra 25 e 100 periodi.

18° — *Regolazione della tensione* — Per tutte le prove la tensione sarà regolata in modo da non produrre distorsioni nella forma della curva. La tensione sarà misurata con lo spinterometro a sfere sull'alta tensione e col voltometro sulla bassa tensione del trasformatore di prova. Le due misure si faranno per controllo.

Si potrà, per rendere più pratica la prova, limitarsi a tarare, con lo spinterometro applicato sull'alta tensione, le indicazioni di un voltometro di precisione applicato al primario del trasformatore. Tale verifica è consigliabile di farla con le condizioni stesse della prova (isolatore in posto collegato al trasformatore ecc.). E' necessario che il trasformatore e l'impianto di prova siano di potenza sufficiente perchè, in un notevole intorno del valore per cui si è fatta la taratura del voltometro, il rapporto di trasformazione e la forma della curva di tensione non subiscano alterazioni apprezzabili.

19° — Durante le prove di verifica del tipo sopra isolatori costruiti per una tensione fino a 60 000 Volt, nessun oggetto estraneo o conduttore deve trovarsi ad una distanza dall'isolatore minore di 2 metri.

Per gli isolatori costruiti per una tensione di esercizio maggiore, tali prove si effettueranno in condizioni che riproducano possibilmente quelle d'esercizio, nei riguardi delle masse metalliche vicine (pali o mensole) messe a terra, e si collocherà sull'isolatore un pezzo del conduttore di linea lungo circa 2 metri.

Le prove dovranno eseguirsi in ambiente ampio, e ventilato artificialmente, per evitare gli errori dovuti a jonizzazioni dell'aria. In tutte le prove è preferibile, ed *è indispensabile nelle prove sotto pioggia*, che uno dei poli del trasformatore di prova sia messo a terra.

b) *Prove meccaniche.*

20° — Le prove devono essere condotte sopra un isolatore completo, in modo da potere determinare il comportamento del tipo e la uniformità del prodotto sotto le sollecitazioni meccaniche che esso dovrà sopportare in esercizio.

Per gli isolatori sospesi si effettuerà la prova sopra un elemento isolato e sulla catena completa.

L'isolatore sarà sottoposto per 10 minuti allo sforzo normale massimo per cui è costruito. Si aumenterà quindi progressivamente la sollecitazione, sino alla rottura dell'isolatore, per misurare il coefficiente di sicurezza meccanico che esso presenta, il quale dovrà essere di almeno 4 (quattro).

E' consigliabile di battere con una mazzuola di legno le campane dell'isolatore, per constatarne l'eventuale fragilità derivante da tensioni interne del materiale [1].

C) — PROVE DI COLLAUDO DI FABBRICAZIONE.

21° — Sono destinate a verificare i singoli pezzi di una fornitura alla perforazione per scartarne i difettosi. Solo per tensioni inferiori a 10 000 Volt si può limitare la prova ad una parte della fornitura, mentre per tensioni superiori a 10 000 Volt, deve effettuarsi su tutti i singoli pezzi costituenti la fornitura.

22° — La disposizione da darsi alle prove varia a seconda del tipo dell'isolatore. Per gli isolatori a perno, e per le singole unità di quelli sospesi, la prova si fa immergendo fino alla gola gli isolatori capovolti in un bagno di soluzione conduttrice, e riempiendo della stessa soluzione il foro destinato al perno. La tensione si applica fra il bagno e la soluzione contenuta nelle cavità interne.

La tensione sarà rapidamente portata fino al valore necessario, al quale si verifichi nel gruppo di isolatori qualche scarica isolata (per esempio una ogni 3 ÷ 4 secondi in un gruppo di una ventina di isolatori). Si manterrà tale tensione per 5 minuti quindi la si aumenterà in modo da avere una successione continua di scariche, prolungando così la prova per altri 5 minuti.

Dovendosi sospendere la prova per rottura di qualche isolatore si terrà conto del tempo di sospensione.

23° — Per gli isolatori multipli devonsi provare le singole parti prima della loro cementazione alla perforazione, colle Norme precedenti.

24° — E' consigliabile ripetere in occasione del collaudo di fabbricazione le prove elettriche d'arco superficiale (N. 15 e 16), di perforazione in olio (N. 17), le prove meccaniche (N. 21) e le prove fisiche (N. 22) sopra:

4	pezzi di	fornitura	fino a	1000	pezzi
6	»	»	» »	2000	»
10	»	»	» »	5000	»
15	»	»	» »	10000	»
20	»	»	» »	oltre 10000	pezzi.

CAPITOLO 4°

Norme per la richiesta e l'offerta

25° — Per la richiesta o per l'ordinazione di una partita di isolatori da esterno si dovrà indicare:

a) il tipo (se a perno o a sospensione) ed il materiale di cui è composto;

b) la tensione di esercizio (valore normale della tensione efficace, concatenata nel caso di linee trifasi) indicando se si tratta di corrente continua o alternata, nei casi in cui il dubbio sia possibile;

---

[1] Questa prova è consigliata dal fatto che non pochi isolatori hanno presentato fenomeni caratteristici di equilibrio molecolari instabile, per cui andavano talora in pezzi per un piccolo urto, e talvolta senza una causa apparente.

c) lo sforzo massimo a cui deve meccanicamente resistere l'isolatore. In difetto si dovrà indicare la sezione dei conduttori e la lunghezza delle campate, l'angolo di deviazione massimo per cui non si intende ricorrere ad isolatori o a disposizioni speciali.

d) la località in cui si svolgerà la linea;

e) salvo il caso di prescrizioni speciali, far riferimento pel resto alle presenti Norme dell'A E I.

26° — *L'offerta* dovrà essere corredata con un disegno in iscala dello isolatore completo, da cui si possa rilevare la sua struttura (Numero delle campate, modo di unione, etc.) Essa dovrà indicare:

a) il valore più elevato della tensione di esercizio per cui l'isolatore viene fornito.

b) la tensione critica dell'isolatore a secco e, se è il caso, sotto pioggia, e di perforazione.

c) lo sforzo massimo in kilogrammi che l'isolatore può sopportare normalmente, ed il coefficiente di sicurezza meccanico.

d) salvo accordi speciali, la dichiarazione che la fornitura sarà collaudabile secondo le Norme dell'A. E. I.

27° — Il laboratorio della fabbrica sarà accessibile sempre ai rappresentanti del committente, per poter assistere alle prove di collaudo di fabbricazione.

APPENDICE.

28° — Oltre alle suesposte prove di verifica del tipo, potranno richiedersi prove speciali. Come ad esempio:

a) prove combinate meccaniche elettriche, sottoponendo cioè a prove elettriche, contemporaneamente od immediatamente dopo a sollecitazioni meccaniche;

b) misure di dispersione di corrente e di perdita di energia;

c) misure di capacità elettrostatica dell'isolatore;

d) prove con frequenza elevata (100 a 200 mila periodi) ed impulso, collocando l'isolatore in un circuito oscillante con capacità ed induttanza, e sottoponendolo alla scarica superficiale od alla perforazione.

Queste prove che vanno diffondendosi in pratica, richiedono speciali attrezzature, che difficilmente possono trovarsi presso i fabbricanti ed i collaudatori. E' però consigliabile che i fabbricanti si vadano presto attrezzando per questo genere di prove, la cui utilità va sempre più affermandosi.

29° — Il fornitore non è tenuto a fornire i mezzi per queste prove speciali.

30° — *Tensioni di prova e coefficienti di sicurezza raccomandati.*

Tensione di esercizio	Tensione critica		Coefficiente di sicurezza	
	a secco	sotto pioggia	a secco	sotto pioggia
1.500	24.000	16.000	12,—	8,—
3.000	26.250	17.000	7,50	5,—
6.000	40.600	26.400	5,80	3,80
10.000	54.000	36.000	4,50	3,—
15.000	73.800	48.600	4,10	2,70
20.000	91.200	60.000	3,80	2,50
30.000	116.000	77.000	3,30	2,20
45.000	164.300	111.300	3,10	2,10
60.000	210.000	140.000	3,—	2,—
80.000	285.000	190.000	3,—	2,—
100.000	345.000	230.000	3,—	2,—

S'intende per *tensione di esercizio d'una linea o di una rete,* il valore più elevato che può assumere la tensione in un punto qualunque di essa nelle condizioni normali di esercizio.

Per eccezione, quando si tratti di una *rete di distribuzione a bassa tensione,* s'intende per tensione d'esercizio il valore medio della tensione data agli utenti.

31° — *Spinterometro a sfere.*

Precauzioni da prendere usando lo spinterometro a sfere.

Con lo spinterometro a sfere, usando le precauzioni di cui sotto, l'approssimazione che si può ottenere è di circa il 2%.

I gambi delle sfere non debbono avere un diametro maggiore di 1/5 del diametro delle sfere. I collari metallici, attraverso i quali le aste si allungano, devono essere i più piccoli possibili, e non devono essere vicini alle sfere più della massima distanza esplosiva usata nella misura.

Il diametro delle sfere non deve variare più di 1/10 e la curvatura misurata allo spinterometro non deve variare più di 1% di quella di una sfera del dato diametro.

Lo spinterometro, costruito come sopra, deve essere collocato in uno spazio possibilmente privo di campi dielettrici esterni.

Nessun corpo metallico o parete esterna del circuito deve trovarsi prossima allo spinterometro meno di due volte il diametro delle sfere.

Nel caso di misure con una sfera messa a terra, questa deve essere approssimativamente distante dal pavimento o dalla terra almeno cinque volte il diametro delle sfere.

Quando si fanno le prove deve essere presa ogni precauzione contro la possibilità che avvengano scariche allo spinterometro, nel circuito nel quale viene fatta la prova. Una resistenza non induttiva di circa un Ohm per Volt deve essere messa in serie con un morsetto dello spinterometro. Facendo la prova con un elettrodo a terra, la resistenza deve essere messa in serie con un elettrodo isolato. Se nessuno dei due elettrodi è posto a terra, metà della resistenza deve essere messa in serie con ciascun elettrodo. In ogni caso questa resistenza deve essere più vicina che sia possibile allo spinterometro, e non in serie con i corpi da provare. La resistenza deve smorzare le oscillazioni ad alta frequenza, al momento della scarica, e limitare la corrente. Un tubo pieno di acqua è la forma più conveniente di resistenza. Le resistenze a carbone non devono essere impiegate perchè la loro resistenza può diventare molto bassa con le tensioni elevate.

Nella tabella che segue sono date le tensioni esplosive in kV eff. corrispondenti alle varie distanze esplosive a 25° Centigradi e 760 mm di pressione barometrica; per una temperatura t, ed una pressione H in mm di mercurio, le tensioni devono moltiplicarsi per il coefficiente di correzione (dato praticamente da):

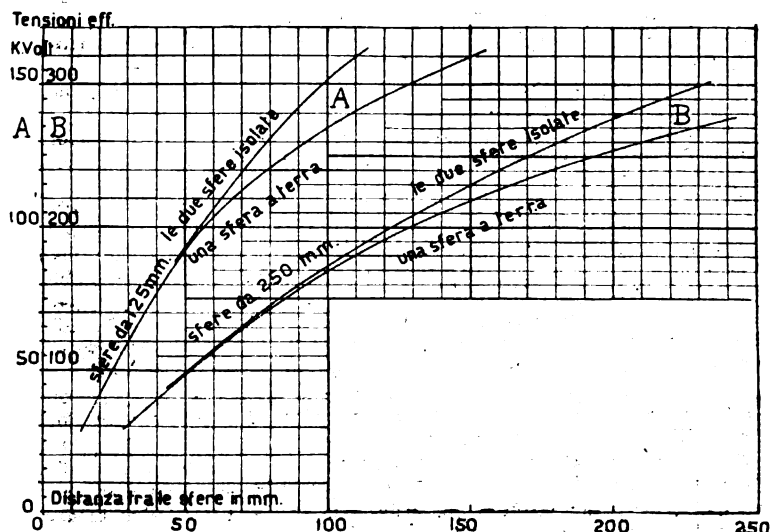
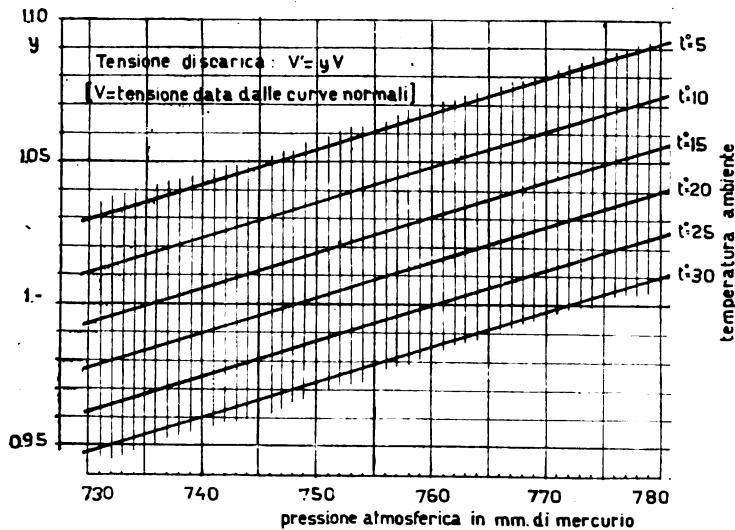
$$d = \frac{0,392\ H}{327\ t}$$

SPINTEROMETRO A SFERE
(a 25° e 760 mm.)

Tensione	Distanza esplosiva in mm.							
	Sfere da 62,5 mm.		Sfere da 125 mm.		Sfere da 250 mm		Sfere da 500 mm.	
kVolt	1 sfera a terra	2 sfere isolate	1 sfera a terra	2 sfere isolate	1 sfera a terra	2 sfere isolate	1 sfera a terra	2 sfere isolate
10	4,2	4,2	—	—	—	—	—	—
20	8,6	8,6	—	—	—	—	—	—
30	14,1	14,1	14,1	14,1	—	—	—	—
40	19,2	19,2	19,1	19,1	—	—	—	—
50	25,5	25,0	24,4	24,4	—	—	—	—
60	34,5	32,0	30,-	30,-	29	29	—	—
70	46,0	39,5	36	36	35	35	—	—
80	62,0	49,0	42	42	41	41	41	41
90	—	60,5	49	49	46	45	46	45
100	—	—	56	55	52	51	52	51
120	—	—	79,7	71	64	63	63	62
140	—	—	108	88	78	77	74	73
160	—	—	150	110	92	90	85	83
180	—	—	—	138	109	106	97	95
200	—	—	—	—	128	123	108	106
220	—	—	—	—	150	141	120	117
240	—	—	—	—	177	160	133	130
260	—	—	—	—	210	180	148	144
280	—	—	...	—	250	203	163	158
300	—	—	—	—	—	231	177	171
320	—	—	—	—	—	265	194	187
340	—	—	—	—	—	—	214	204
360	—	—	—	—	—	—	234	221
380	—	—	—	—	—	—	255	239
400	—	—	—	—	—	—	276	257

I valori di questa tabella e quelli del coefficiente di correzione si possono desumere anche dai seguenti grafici.

Curve normali

*

Estensione della facoltà di un sovraprezzo sull'energia termoelettrica.

Decreto n. 1847 *della raccolta ufficiale delle leggi e decreti del Regno* (*Gazzetta Ufficiale n.* 9 *del* 12 *gennaio* 1921).

Visti il R. decreto-legge 31 ottobre 1919, n. 2264, e il R. decreto-legge 8 ottobre 1920, n. 1605;

Abbiamo decretato e decretiamo:

Art. 1. — La facoltà di cui all'art. 12 del Regio decreto-legge 31 ottobre 1919 n. 2264, prorogata col Regio decreto-legge 8 ottobre 1920, n. 1605, è estesa anche a quei distributori di energia elettrica che non si siano finora valsi per qualsiasi motivo della facoltà stessa.

Art. 2. — Il presente decreto entrerà in vigore dal giorno della sua pubblicazione nella *Gazzetta ufficiale* del Regno e sarà presentato al Parlamento per la conversione in legge.

Dato a Roma, addì 9 dicembre 1920.

VITTORIO EMANUELE
Giolitti - Alessio - Peano - Fera - Meda.

Visto, *Il guardasigilli*: Fera.

*

Proroga del decreto relativo agli impianti termo-elettrici con impiego di combustibili nazionali.

Decreto n. 128 *della raccolta ufficiale delle leggi e decreti del Regno* (*Gazzetta Ufficiale n.* 47 *del* 25 *febbraio* 1921).

Visto il decreto-legge Luogotenenziale 28 marzo 1919, n. 454, recante provvedimenti per gli impianti con impiego di combustibili nazionali;

Abbiamo decretato e decretiamo:

Art. 1. — Il termine di tempo, entro il quale devono essere iniziati i lavori, per poter godere la concessione di cui all'art. 4, del decreto-legge Luogotenenziale n. 454, in data 28 marzo 1919 è prorogato al 31 dicembre 1921.

I provvedimenti, di cui allo stesso articolo, verranno presi di concerto anche col ministro dell'agricoltura.

Art. 2. — Il presente decreto entrerà in vigore il giorno della sua pubblicazione nella *Gazzetta ufficiale* e sarà presentato al Parlamento per essere convertito in legge.

Dato a Roma, addì 3 febbraio 1921.

VITTORIO EMANUELE
Giolitti - Peano - Micheli - Facta

Visto, *Il guardasigilli*: Fera.

Associazione Elettrotecnica Italiana

Eretta in Ente morale il 3 Febbraio 1910

Notizie delle Sezioni

SEZIONE DI PALERMO

Adunanza del 26 *Febbraio* 1921, *ore* 16.30.

Aperta la seduta il Presidente comunica l'ammissione dei nuovi soci: Ing. Cav. Ottavio Trossarelli, Ing. Antonino Acanfora, Ing. Edoardo Senn, Ing. Attilio Casella, Sig. Fadale Carlo.

Presenta all'approvazione il bilancio consuntivo del 1920 la cui relazione vien presentata dal Cassiere Tomasini e che chiude con un avanzo attivo di L. 696,99.

Il bilancio viene approvato dai Soci.

Si procede poi alla elezione del nuovo consiglio e risultano eletti: Ing. Cav. Ottavio Trossarelli, *Presidente*; Prof. Ing. Alberto Dina, *Vice Presidente*; Ing. Cav. Stefano Lo Presti e Ing. Gaetano Buttafarri, *Consiglieri*; Ing. Antonino Acanfora, *Segretario*; Tomasini Barone Francesco, *Cassiere*; Prof. Ing. Oreste Arena, *Delegato alla Sede Centrale* per l'anno 1921.

*

SEZIONE DI TORINO

Adunanza del 4 *marzo* 1921, *ore* 21.

Letto ed approvato il verbale della seduta precedente vengono comunicate le adesioni dei nuovi soci:

Ing. E. Aglianò, Ing. A. Scelfo, L. Sarto, C. Vittori, T. L. Piazza, Ing. A. Ratundi, Avv. P. V. Roz, A. Villani, C. Panicali, V. Graziani, G. Schipani, A. Cicognani, M. Falco.

Il presidente Ing. SOLERI comunica che il Consiglio Direttivo della Sezione ha nominato una Commissione coll'incarico di svolgere una intensa opera di propaganda per la nostra Associazione. Cede quindi la parola all'Ing. THOVEZ che, a seguito della comunicazione fatta nell'Assemblea del 4 febbraio scorso, svolge la sua

« Seconda nota sul campo elettromagnetico »

Il conferenziere è vivamente applaudito. Le idee ch'egli ha espresso su alcuni concetti fondamentali dell'elettromagnetismo danno origine ad una breve discussione fra lo stesso ing. Thovez ed il prof. Grassi.

Pubblicazioni dell' A. E. I.

L'Elettrotecnica — Ogni annata	L. 50,—
più per postali	» 7,—
Abbonamento (nel Regno)	» 50,—
» (estero) . . . Fr. oro	60,—
Un numero separato (nel Regno)	» 2,—
» » (estero) . . . Fr. oro	3,—
più per postali	» 0,30
Norme per l'esecuzione e l'esercizio degli impianti elettrici - dell'Associazione Elettrotecnica Italiana (broch.)	» 2,50
più per postali	» 0,70
Norme per l'ordinazione ed il collaudo delle macchine elettriche (broch.)	» 2,50
più per postali	» 0,70
Statistica degli Impianti Elettrici in Italia:	
Vol. . Datielettrotecnici sulle distribuzioni nei singoli **Comuni** del Regno d'Italia:	
Pei Soci, una copia (broch.)	» 5,—
più per postali	» 1,80
Pei non Soci (broch.)	» 10,—
più per postali	» 1,80
Vol. II. Elenco delle **Centrali** di produzione di energia elettrica coi dati tecnici sulla generazione, trasformazione e distribuzione dell'energia elettrica in Italia	» 20,—
più per postali	» 2,50
Vol. III. Elenco delle **Aziende** esercenti imprese elettriche in Italia (in preparazione).	
L'industria nazionale dei materiali e dei macchinari elettrici — Suo stato attuale — suo avvenire (broch.)	» 2,50
più per postali	» 0,80
Carta delle principali frequenze usate nel Regno d'Italia	» 1,—
più per postali	» 0,50
Descrizione di una macchinetta elettromagnetica di A. PACINOTTI in cinque lingue: italiana, francese, inglese, latina, tedesca (edizione di lusso)	» 3,—
più per postali	» 0,80
Vocabolario Elettrotecnico del Comitato Elettrotecnico Italiano	» 2,50
più per postali	» 0,80

TEDESCHI GIOVANNI FU GIOVANNI, *gerente responsabile* — ARTI GRAFICHE VARESINE - VARESE

VOL. VIII (XXV degli Atti) 5 Aprile 1921 N. 10

L'ELETTROTECNICA

GIORNALE ED ATTI DELLA

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

REDAZIONE ED AMMINISTRAZIONE: VIA SAN PAOLO, 10 - MILANO - TELEFONO N. 20-86

REDATTORE CAPO: A. BARBAGELATA - REDATTORI U. BORDONI - M. SEMENZA - G. VALLAURI

È GRADITA LA COLLABORAZIONE DEI LETTORI - GLI ARTICOLI DI INTERESSE GENERALE ACCETTATI DALLA REDAZIONE SONO COMPENSATI

I MANOSCRITTI NON SI RESTITUISCONO

Radiazione degli aerei r. t.

Con la pubblicazione delle memorie VALLAURI e PESSION presentate all'ultima riunione annuale continuiamo la serie degl'importanti studi eseguiti dai tecnici della R. Marina sulle proprietà degli aerei radiotelegrafici. Il fenomeno della radiazione di energia da parte di un circuito oscillatorio è la base stessa della magnifica applicazione ideata dal genio del Marconi; e può sembrare strano che, mentre i concetti fondamentali formulati dal Hertz sono noti da alcuni decenni, si sia riusciti solo tanto tardi a sottoporre un aspetto così sostanziale della radiotrasmissione a un'indagine quantitativa concreta e concludente. Noi siamo lieti che questo lavoro sia stato fatto in Italia e che esso attiri giustamente l'attenzione e l'interesse di tecnici stranieri; e vorremmo ricordare anche che il fenomeno della radiazione di energia non è del tutto estraneo alle altre applicazioni industriali dell'elettricità, e in particolare alla trasmissione su fili. E' noto infatti che lo Steinmetz ha ripreso recentemente lo studio dei fenomeni transitori delle linee tenendo conto della radiazione di energia che accompagna le onde a fronte ripido e ad alta frequenza e dimostrando come ciò conduca a risultati teorici più complessi, ma anche più prossimi alla realtà che quelli finora dedotti. E d'altra parte la così detta « radiotelegrafia su fili » o meglio la telegrafia e la telefonia ad alta frequenza su fili, che, tenuti presenti i successi raggiunti all'estero, speriamo non tardino a essere sperimentate e applicate anche in Italia, conferiscono anch'esse particolare importanza ai problemi di questo genere, teoricamente e sperimentalmente attraentissimi.

La tensione più conveniente per le grandi linee elettriche.

Abbiamo già avuto occasione di lodare la relazione (1) presentata dalla Commissione di Livorno all'ultima riunione annuale, come esempio di quel lavoro di tipo collettivo che manca quasi sempre presso di noi, impenitenti individualisti. Ma un merito su cui non abbiamo insistito e che pure non è trascurabile consiste in ciò che il lavoro collettivo è spesso stimolo ad altro lavoro, a ricerche individuali, a commenti, a discussioni. Ci offre il destro di fare questo rilievo un'altro studio di due Colleghi della Sezione di Livorno, che pubblichiamo in questo numero e che è stato certamente inspirato dalla discussione del tema relativo ai grandi trasporti di energia. Si tratta di uno di quei problemi di minimo, che tentano la particolare genialità di certi studiosi con la speranza di una soluzione brillante, concretata di solito in abbachi di semplice maneggio. Lo studio degli ingg. FASCETTI e MELINOSSI tratta appunto della scelta della tensione più conveniente per le grandi linee di trasporto e conduce ad una soluzione che ci sembra felice ed elegante e ad alcune conclusioni che riteniamo ricche di interesse, in quanto possono costituire una buona guida e un mezzo efficace di orientamento ai più importanti problemi di massima che si presentano nel progetto di un grande trasporto di energia elettrica.

Tutto ciò premesso e riconosciuto, non possiamo tacere la nostra opinione generica, piuttosto scettica sull'utilità delle trattazioni di carattere troppo generale riguardo ai problemi di massimo tornaconto. Basta riflettere all'enorme incertezza ed instabilità dei dati economici su cui si imposta il problema. Che valore può avere un *rigoroso* calcolo di massimo tornaconto in sede di progetto, quando nel tempo che deve necessariamente trascorrere dal progetto all'esercizio, e poi in seguito, i dati economici del problema possono mutare radicalmente?

Quanto agli abbachi noi ne siamo partigiani convinti ma per quei calcoli che ricorrono con grande frequenza nella pratica professionale. Nei laboratori, nelle sale di prova, nei progetti di costruzione, gli abbachi fanno risparmiare fatica e tempo preziosissimi. Ma l'utilità dell'abbaco pare discutibile per quei calcoli che ricorrono assai raramente nella vita dell'ingegnere. In tali casi il tempo necessario per afferrare l'uso dell'abbaco e per rendersene ragione (senza di che vien meno la fiducia) può essere talora maggiore di quanto è necessario per affrontare direttamente il problema, coi procedimenti ordinari che sono sempre i più intuitivi.

LA REDAZIONE.

(1) *L'Elettrotecnica*, 15 gennaio 1921, vol. VIII, n. 2, pag. 21.

MISURE DI RADIAZIONE SUGLI AEREI R. T.

GIANCARLO VALLAURI.

:: Comunicazione alla XXV Riunione Annuale dell'A. E. I. ::
Roma, novembre 1920

I) *Generalità.* — E' noto che, per la emissione di un segnale radiotelegrafico, si usa un aereo trasmittente (detto anche antenna di trasmissione, oscillatore, radiatore ecc.), in cui si provocano correnti oscillatorie smorzate o persistenti. E' noto altresì, che della potenza P, che si deve cedere all'aereo per mantenere le oscillazioni, una parte P_p (di solito assai preponderante) si consuma sul posto, e va trasformata in calore per effetto della resistenza della presa di terra, della resistenza metallica dei conduttori, delle correnti parassite indotte nei corpi circostanti, dell'effetto corona (effluvi), dell'isteresi dielettrica negli isolanti ed in genere per effetto di ogni fenomeno, che dia luogo a consumo locale di energia. Ma un'altra parte della potenza fornita all'aereo non si consuma sul posto; essa va spesa nella creazione di onde elettromagnetiche, che si dilatano ad invadere lo spazio circostante all'aereo e si propagano alla superficie della terra, fino ad investire l'aereo della stazione ricevente e a provocarvi i fenomeni, che permettono la ricezione del segnale. Questa seconda parte della potenza oscillatoria, comunicata all'aereo, rappresenta l'effetto utile nei riguardi della radiazione e si chiama appunto potenza irradiata P_i. Il rapporto fra essa e la potenza totale chiamasi quindi rendimento di radiazione dell'aereo $\eta_i = \frac{P_i}{P}$. Tale rendimento, a sua volta, è soltanto un fattore del rendimento totale di una trasmissione radiotelegrafica, perchè riguarda una sola delle molteplici trasformazioni di energia, che la trasmissione richiede, e precisamente il passaggio dalla condizione di energia di corrente oscillatoria circolante in un conduttore, a quella di onde elettromagnetiche propagantisi alla superficie della terra.

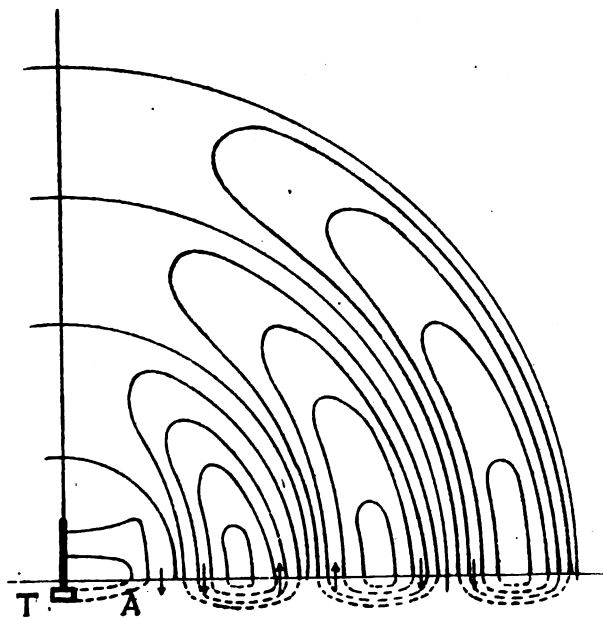



Fig. 1.

La conoscenza del rendimento di radiazione è un elemento assai importante per il progetto degli aerei e per la condotta degli impianti; essa richiede sia la misura della potenza oscillatoria totale P fornita all'aereo trasmittente, sia la misura della potenza da esso irradiata P_i. Delle misure di radiazione si vuole appunto far cenno in questa nota,

poichè esse rappresentano un aspetto interessante dei rapidi progressi compiuti dalla r. t. negli ultimi anni, in seguito all'abbandono di criteri empirici spesso grossolani e talvolta erronei e all'adozione di metodi d'indagine quantitativi sempre più accurati.

II) *Potenza irradiata.* — Poichè la grandezza elettrica, che di solito più agevolmente si misura in un aereo trasmittente, è il valore efficace I della corrente oscillatoria in prossimità della presa di terra (cioè, nella maggior parte dei casi, all'incirca nel ventre di corrente dell'oscillatore), la potenza oscillatoria totale P, fornita all'aereo, si suole esprimere in funzione della corrente I e di una resistenza equivalente totale R, che soddisfa alla relazione

$$P = R I^2. \tag{1}$$

La distinzione fra la potenza P_p consumata sul posto per tutte le accennate cause di perdita di energia e la potenza irradiata P_i, si può fare allora mediante la considerazione di due parti distinte R_p ed R_i della resistenza totale $R = R_p + R_i$ ponendo

$$P = P_p + P_i = R_p I^2 + R_i I^2. \tag{2}$$

La determinazione della potenza irradiata P_i si riporta così a quella della resistenza di radiazione R_i, quando si misuri anche l'intensità di corrente I; ed il rendimento di radiazione diventa

$$\eta_i = \frac{R_i}{R}. \tag{3}$$

La misura diretta della potenza irradiata non si vede come potrebbe eseguirsi coi mezzi di cui la tecnica attualmente dispone. Sarebbe necessario usare un apparecchio, capace di integrare nell'unità di tempo il flusso di energia attraverso una superficie chiusa abbracciante l'oscillatore, senza che la sua presenza perturbasse in alcun modo lo svolgimento del fenomeno [1].

In realtà le misure di radiazione si riportano a misure di campo elettromagnetico, eseguite a una certa distanza dall'oscillatore, tenendo presente che, dalla conoscenza del campo elettromagnetico, il teorema di Poynting permette di dedurre il flusso di energia, attraverso un elemento di superficie nell'intorno del punto considerato. Il problema sarebbe tuttavia estremamente arduo, quando non si potesse fare alcuna ipotesi sulla forma e sulla distribuzione del campo elettromagnetico,

Fig. 2.

perchè in tal caso si dovrebbe ripetere la determinazione del vettore di Poynting per tutti i punti di una superficie chiusa abbracciante l'oscillatore e farne l'integrazione. Per contro può bastare una sola determinazione, quando si conosca di già la figura del campo, che l'oscillatore produce e che è legata alla forma dell'oscillatore medesimo.

III) *Radiazione del dipolo.* — Il caso più semplice di radiatore è quello del così detto « dipolo » ossia di un oscillatore ideale (fig. 3) di lunghezza $2h$, in cui si suppone che tutta la capacità sia concentrata agli estremi, così che alla corrente si possa attribuire in un dato istante il medesimo valore per tutta la lunghezza dell'oscillatore. Se la corrente I è semplicemente sinoidale in funzione del tempo con frequenza f, ossia anche con lunghezza d'onda $\lambda = \frac{u}{f}$ (ove u rappresenta la velocità di propagazione delle onde elettromagnetiche o velocità della luce), è noto che in un punto M posto ad una distanza d dall'oscillatore, molto maggiore della sua lunghezza $2h$ ($d >> 2h$), il campo elettrico F e quello magnetico H sono due vettori alternativi sinoidali, ortogonali fra loro e rispetto a d, orientati in modo che F si trovi nel piano di d e dell'oscillatore, e quindi H risulti ad esso piano perpendicolare. I due vettori hanno egual fase e questa è spostata, rispetto alla fase della corrente I, di un ritardo proporzionale alla distanza d. I valori efficaci dei due vettori sono espressi rispettivamente da

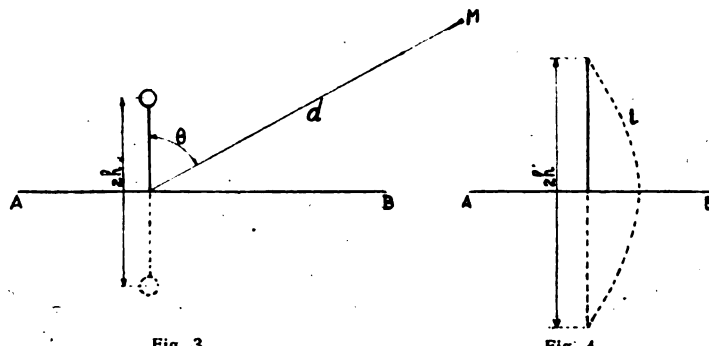



Fig. 3. Fig. 4.

$$\left\{ \begin{aligned} F &= 4\pi \sqrt{\frac{\mu}{\varepsilon}} \frac{I h}{\lambda d} \operatorname{sen} \theta \\ H &= 4\pi \frac{I h}{\lambda d} \operatorname{sen} \theta. \end{aligned} \right. \tag{4}$$

ove μ ed ε sono la permeabilità magnetica e la permeabilità elettrica (o costante dielettrica) nel mezzo, legate alla velocità di propagazione u dalla nota relazione $u = \frac{1}{\sqrt{\mu \varepsilon}}$.

[1] Giova qui osservare come la definizione stessa di rendimento di radiazione o, se si vuole, la distinzione fra potenza irradiata P_i e potenza consumata sul posto per effetto delle perdite P_p non siano completamente rigorose nel caso degli ordinari aerei radiotelegrafici connessi con un estremo alla terra (sia pure con l'intermediario di un'estesa capacità detta « contrappeso »). Infatti è in tal caso difficile definire la forma da attribuirsi alla superficie limite, attraverso la quale si dovrebbe misurare il flusso di energia irradiata. Ciò è dovuto alla funzione esercitata dalla terra e si può mettere in rilievo con l'aiuto delle fig. 1 e 2, che rappresentano schematicamente, per un aereo verticale semplice percorso da oscillazioni persistenti, la forma approssimativa delle linee di campo elettrico nell'istante di corrente nulla (fig. 1) e nell'istante di corrente massima (fig. 2). Quelle linee, che sono linee di campo elettrico nell'aria, si chiudono, attraverso il suolo conduttore, mediante linee di corrente elettrica (punteggiate nelle figure). Se il suolo fosse infinitamente conduttore, le linee di corrente non darebbero luogo ad alcuna perdita e sarebbero limitate a uno strato superficiale, infinitamente sottile. Ma, essendo per contro il suolo imperfettamente conduttore, le correnti che in esso si sviluppano danno luogo a perdite. La potenza corrispondente a queste ultime è una parte della potenza totale P fornita all'oscillatore, ma va ascritta alla potenza perduta sul posto P_p, ovvero a quella irradiata P_i? A questa domanda parrebbe potersi rispondere: che le perdite dovute alle correnti, che si chiudono sulla presa di terra T (fig. 1) dell'aereo, appartengono ancora alle perdite sul posto P_p, laddove quelle dovute alle correnti, che si chiudono esclusivamente sulle linee di campo nell'aria sovrastante, fanno parte della potenza irradiata P_i, in quanto corrispondono a energia sottratta alle onde propagantisi nello spazio e quindi già irradiata dall'oscillatore. Ma neppure questa distinzione permette di definire la superficie chiusa, attraverso la quale si dovrebbe misurare il flusso di energia corrispondente alla potenza irradiata P_i, perchè è facile vedere, che vi sono infiniti punti (come quello indicato con A in figura), nei quali le perdite appartengono alternativamente ad una categoria (fig. 1) ovvero all'altra (fig. 2) a seconda degli istanti che si considerano.

Questa discussione non ha tuttavia importanza pratica sensibile, perchè, secondo quanto l'esperienza ha dimostrato, la conduttività dei materiali costituenti la crosta terrestre è nella maggior parte dei casi così elevata che, fino a distanze di parecchie diecine di lunghezze di onda dall'oscillatore, la potenza sottratta alle onde per effetto delle perdite nel suolo è trascurabile. Si verifica infatti che, entro tali limiti, l'intensità del campo elettromagnetico va decrescendo in ragione inversa della distanza, come dovrebbe accadere se non vi fossero perdite nel suolo. Ne segue che la energia irradiata si distacca dall'aereo di trasmissione quasi esclusivamente nell'emisfero superiore alla superficie terrestre e che, durante la propagazione, una piccola parte di essa cade progressivamente nel suolo e vi è consumata per effetto delle perdite, dando luogo a fenomeni di attenuazione, che si cominciano a rilevare sperimentalmente solo su distanze dell'ordine di centinaia di lunghezze d'onda.

S'intende che, nelle relazioni riportate, ogni grandezza deve essere espressa in unità appartenenti al medesimo sistema di misura ([3]).

Considerando la sola radiazione emessa dal mezzo oscillatore di altezza h nell'emisfero sovrastante al piano equatoriale AB (che si può identificare con la superficie terrestre supposta piana e perfettamente conduttrice), e applicando il teorema del Poynting alla superficie emisferica di raggio d, si deduce l'espressione della potenza irradiata

$$(5) \qquad P_i = \frac{(4\pi)^2}{3} \sqrt{\frac{\mu}{\varepsilon}} \left(\frac{h}{\lambda}\right)^2 I^2 = R_i I^2,$$

nella quale volendo esprimere P_i, I ed R_i in unità pratiche (rispettivamente W, A e Ω) si ha per l'etere e sensibilmente anche per la atmosfera $\sqrt{\frac{\mu}{\varepsilon}} = 3 \times 10$ ossia

$$(6) \qquad R_{i(ohm)} = (4\pi)^2\, 10 \left(\frac{h}{\lambda}\right)^2 = 1600 \left(\frac{h}{\lambda}\right)^2 \text{ circa.}$$

IV) *Altezza di radiazione.* — In modo analogo a quello del dipolo si tratta il caso dell'oscillatore lineare semplice di lunghezza $2h'$ (fig. 4), che oscilli con la sua lunghezza d'onda naturale. Per esso al valore h delle formule precedenti basta sostituire $\frac{2h'}{\pi}$, come è facile dedurre attribuendo alla corrente non più una distribuzione uniforme lungo il conduttore, bensì una distribuzione sinoidale, applicando le (4) a ciascun elemento del conduttore medesimo e integrando.

Nei due casi ora accennati si vede come sia facile, quando si conoscano la lunghezza efficace dell'oscillatore $2h$, la lunghezza d'onda λ e la intensità di corrente I, dedurre senza bisogno di altri rilievi sperimentali il campo elettrico e magnetico mediante le (4) e la potenza irradiata in un emisfero mediante la (5). Analogamente, conoscendo due sole delle tre grandezze h, λ, I e misurando in un punto dato (d e θ noti) il campo elettrico F o il campo magnetico H, è possibile dedurre la terza. In particolare, misurando per l'oscillatore o aereo trasmittente λ ed I e misurando altresì in un punto dato (d, θ) il campo magnetico H, si può dedurre l'altezza h, detta anche altezza di radiazione.

Le misure di radiazione, che si vanno ora affermando nella tecnica radiotelegrafica, si basano appunto sulla misura del campo magnetico H (ovvero del campo elettrico F) e sulla deduzione di h e di P_i mediante le relazioni (4) e (5). Esse si basano pertanto sulla convenzione di identificare, almeno approssimativamente e nei riguardi degli effetti a distanza, l'aereo effettivo con un mezzo dipolo Hertziano e di chiamare *altezza di radiazione* o altezza efficace h dell'aereo, quella del mezzo dipolo equivalente, ossia di un mezzo dipolo connesso con la terra, il quale, percorso dalla medesima corrente I, con la medesima lunghezza d'onda λ, dà luogo in quel determinato punto al medesimo campo elettromagnetico. In base a questa definizione e a quanto si è sopra accennato, l'altezza di radiazione di un aereo lineare semplice (fig. 4), oscillante con la sua lunghezza d'onda propria, è $h = \frac{2}{\pi} h'$, dove h' è l'altezza geometrica dell'aereo, ossia la lunghezza del conduttore che lo costituisce.

V) *Aerei di ricezione e di misura.* — La misura del campo magnetico H (ovvero del campo elettrico F) si esegue di solito, per gli aerei trasmittenti connessi con la terra, mediante un aereo ricevente collocato anch'esso in prossimità del suolo, a distanza e in posizione tale da poter ritenere la terra piana e porre quindi $\theta = \frac{\pi}{2}$. L'aereo ricevente può essere di ambedue i tipi oggi più usati, e cioè un mezzo oscillatore connesso con la terra come l'aereo trasmittente, ovvero un aereo a telaio, ossia un aereo in forma poligonale con una o più spire, isolato da terra e costituente un circuito chiuso. In ambedue i casi la misura del campo si riporta ad una misura di intensità efficace della corrente ricevuta I_r, in base alle considerazioni seguenti.

Se l'aereo ricevente è un mezzo oscillatore connesso con la terra, se si ammette che il campo elettrico F che lo investe sia verticale, se si identifica l'aereo con un mezzo dipolo di altezza h_r e se infine si continua a considerare il caso di oscillazioni persistenti, si ha che la f. e. m. indotta dalle onde nell'aereo ricevente è

$$(7) \qquad E = h_r F.$$

Se per contro l'aereo ricevente è un circuito chiuso piano, giacente nel piano verticale che comprende la stazione di ricezione e l'asse dell'aereo trasmittente (ovvero formante con esso un angolo α), se si ammette che il campo magnetico sia perpendicolare a codesto piano e se l'estensione orizzontale dell'aereo ricevente è piccola in confronto con λ, la f. e. m. indotta nell'aereo risulta

$$(8) \qquad E = 2\pi \frac{u}{\lambda} S_r \mu H \cos \alpha,$$

ove S_r è la superficie totale del circuito ricevente chiuso (ossia, se il circuito è costituito da più spire complanari o parallele, S_r rappresenta la somma delle loro superficie singole, e in particolare, se le spire sono N tutte eguali e di superficie S_1, si ha $S_r = NS_1$) ([4]).

In ambedue i casi la corrente I_r, generata dalla f. e. m. indotta E, è espressa da

$$(9) \qquad I_r = \frac{E}{Z_r},$$

ove Z_r rappresenta l'impedenza totale del circuito oscillatorio ricevente, e, nel caso in cui il circuito ricevente sia regolato alla risonanza, da

$$(9\ \text{bis}) \qquad I_r = \frac{E}{R_r},$$

ove R_r è la resistenza ohmica equivalente totale; quella cioè che rappresenta tutte le perdite di energia, a cui è soggetta l'oscillazione indotta nell'aereo ricevente.

Si rileva, che la determinazione del campo elettrico F mediante la (7), richiede innanzi tutto la conoscenza dell'altezza di radiazione h_r dell'aereo ricevente per la particolare lunghezza d'onda impiegata. Questa altezza h_r si può dedurre, data la λ, dalle dimensioni geometriche dell'aereo, se esse sono molto semplici e ben definite, ovvero dovrà essere ricavata mediante apposite esperienze di radiazione ([4]).

Nel caso del circuito chiuso e della relazione (8) occorre analogamente la conoscenza delle dimensioni geometriche del circuito stesso. In ambedue i casi si richiede poi la misura della corrente di ricezione I_r e della impedenza Z_r (ovvero della resistenza R_r, se si fa la regolazione alla risonanza) del circuito ricevente.

VI) *Misura della corrente di ricezione.* — La misura di I_r è un caso particolare delle misure di correnti oscillatorie deboli, che si presentano assai spesso nella tecnica r. t. Quando si tratta di valori di I_r estremamente tenui, come nel caso della misura del campo elettromagnetico prodotto da emissioni molto lontane, è necessario ricorrere a metodi indiretti ([5]); ma nel caso ordinario delle misure di radiazione, che si eseguono, come si accennerà, a distanze di due o tre lunghezze d'onda dal trasmettitore, le I_r da misurare sono in genere dell'ordine di diecine, centinaia ed anche migliaia di microampere e si può quindi vantaggiosamente ricorrere a misure dirette con metodi termici. Esse si eseguono d'ordinario con uno dei metodi seguenti:

a) Inserire nel circuito di aereo il filo scaldatore di una coppia termoelettrica e connettere i capi della coppia a un galvanometro.

b) Inserire nel circuito di aereo il filo scaldatore di un termogalvanometro del Duddell, che è appunto la fusione in un solo strumento della coppia e del galvanometro.

c) Inserire nel circuito di aereo un bolometro collegato con un ponte di Wheatstone, che permette di misurare le variazioni di resistenza del filo.

([3]) Giova rilevare ancora una volta la necessità di esprimere le relazioni generali, in modo che soddisfino alla condizione di omogeneità e siano quindi valide con qualunque sistema di unità di misura. Nelle formule pratiche con coefficienti numerici, come ad es. la (6), che non possono soddisfare a tale condizione, si dovrebbe sempre indicare, accanto al simbolo, l'unità con cui si deve intendere misurata la grandezza corrispondente.

Sotto questo riguardo si trovano assai spesso nelle memorie scientifiche e nei libri di testo alcune sviste, che possono facilmente indurre in errore. Per es. in nessun luogo, salvo errore, la prima delle (4) si trova espressa nel modo qui riportato, ed invece del fattore $\sqrt{\frac{\mu}{\varepsilon}}$ si trova talvolta il simbolo della velocità della luce u (Zenneck-Seelig — Wireless Telegraphy — Mc Graw-Hill edizione 1915 pag. 35). Con ciò la relazione non risulta affatto omogenea.

([4]) Una relazione esattamente equivalente alla (7) si può ottenere in funzione di H in luogo che in funzione di F, deducendo la f. e. m. E come dovuta al fatto che l'aereo ricevente taglia le linee di flusso magnetico, che si propagano orizzontalmente. Allo stesso modo la (8) può essere sostituita da una relazione in funzione di F, dedotta dalla considerazione della grandezza e della fase della f. e. m. elementare prodotta dal campo elettrico in ogni elemento del circuito chiuso ricevente. Tali relazioni soddisfano, naturalmente, alla relazione

$$\sqrt{\varepsilon}\, F = \sqrt{\mu}\, H$$

che si deduce dalle (4).

([4]) Secondo un metodo di combinazione proposto dal Comandante *Pession*, disponendo di tre aerei, di cui almeno due possano funzionare come trasmettitori e due come ricevitori, è possibile determinare con tre misure l'altezza di radiazione di ciascuno degli aerei. (Si veda in un prossimo fascicolo: *G. Pession*. Un caso particolare della misura dell'altezza di radiazione degli aerei r. t.).

([5]) *G. Vallauri*. Misura del campo elettromagnetico di onde R. T. transoceaniche; L'Elettrotecnica 15 Giugno 1920, vol. 7 N. 17, pag. 298 e Pubblicazione N. 9 dell'Istituto E. e R. T. della R. Marina.

Si può dire che questi tre metodi si seguono in ordine di sensibilità crescente. Naturalmente alla maggiore sensibilità si uniscono maggiori difficoltà e maggiore delicatezza delle misure. Il primo metodo può anche portarsi ad equivalere al secondo, adoperando buone coppie chiuse in bulbi a vuoto e galvanometri a riflessione molto sensibili, ma in tal modo anche le difficoltà di esecuzione si equivalgono. Nel caso di trasmissioni molto potenti, di distanze piccole e di aerei riceventi molto estesi, la I_r può salire a valori così considerevoli da esser misurata agevolmente con istrumenti a lettura diretta, come il termomilliamperometro del Duddell o anche un apparecchio a filo caldo di grande sensibilità. Come è ben noto, se si vuol raggiungere la massima sensibilità, occorre scegliere, per lo scaldatore della coppia o del termogalvanometro o per il filo del bolometro, una resistenza dello stesso ordine di grandezza dell'impedenza totale di aereo.

Tutti questi apparecchi debbono inoltre essere tarati, affinchè sia possibile ricavare dalle indicazioni strumentali il valore effettivo della corrente I_r. La taratura si può eseguire agevolmente con corrente continua nel caso del termogalvanometro. Nel caso invece della coppia, la taratura può essere resa incerta da una diretta derivazione di corrente continua nel galvanometro, indipendente dal fenomeno termoelettrico. Questo difetto è così accentuato nelle coppie «a incrocio» (fig. 5) da rendere inattendibile la taratura con corrente continua; in-

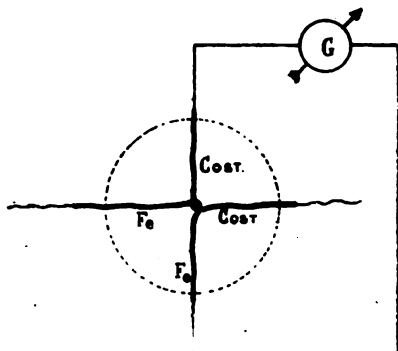



Fig. 5.

fatti si verifica spesso che, invertendo la corrente continua, la deviazione del galvanometro non solo cambia di ampiezza, ma perfino muta di segno. Nel caso invece di coppie, in cui la saldatura viene in limitatissimo contatto con un filo scaldatore continuo (fig. 6), la deviazione del galvanometro è dovuta quasi esclusivamente all'effetto termoelettrico, del che ci si assicura invertendo la corrente continua e verificando che le due deviazioni così ottenute (e di cui per la taratura si prenderà la media) differiscono di poco o nulla.

Nel caso delle coppie a incrocio occorre far la taratura con corrente alternata. Lo stesso vale per il bolometro, dato l'uso del dispositivo a ponte, che verrebbe direttamente perturbato dalla d. d. p. continua di taratura. Questo è il maggiore inconveniente del bolometro,

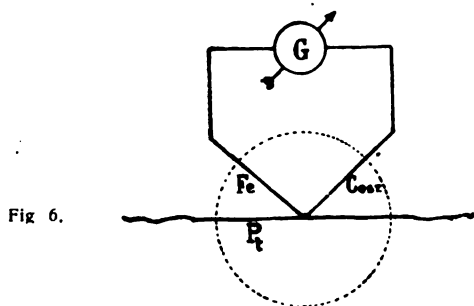



Fig 6.

perchè, trattandosi di correnti molto deboli, bisogna di solito ricorrere al termogalvanometro per il confronto su corrente alternata e poi tarare a sua volta il termogalvanometro con corrente continua. Per di più il bolometro è esposto all'inconveniente, che una parte della corrente alternata comunicata al filo scaldatore tende a propagarsi agli altri rami del ponte e una parte della corrente continua del ponte tende a passare nell'aereo a telaio, e ciò rende necessario l'uso di induttanze e di capacità di protezione.

Per tutti questi motivi si è ritenuto opportuno preferire di solito l'uso del termogalvanometro, che accoppia i vantaggi di semplicità e facilità di maneggio, con quelli di precisione e di sensibilità.

VII) *Misura della resistenza del circuito ricevente.* — Ricavato dalla lettura strumentale e dalla costante di taratura il valore di I_r, occorre conoscere la impedenza dell'aereo ricevente per passare mediante la (9) alla determinazione della f. e. m. indotta. Per la determinazione dell'impedenza si è scelto il metodo di far oscillare l'aereo ricevente (o mediante le onde di trasmissione o mediante una sorgente locale di oscillazioni) con la stessa lunghezza d'onda usata nelle misure, e di rilevare le variazioni di I_r per effetto della inserzione in circuito di impedenze supplementari note. La misura è particolarmente semplice, quando il circuito ricevente è nella condizione di risonanza, quando cioè si inserisce in esso un condensatore variabile, che si regola in modo da ottenere il massimo valore di I_r. In questo caso la reattanza è nulla e la impedenza si riduce alla sola resistenza ohmica totale. Se allora il circuito ricevente è eccitato da un generatore di oscillazioni persistenti con accoppiamento lentissimo (per es. dalla stessa stazione trasmittente), e se si inserisce in serie una resistenza nota R', si vede scendere la corrente dal valore I_r al valore I'_r e, potendosi ritenere costante la f. e. m. indotta, si ha

$$R_r = R' \frac{I_r'}{I_r - I_r'} \tag{10}$$

Se invece l'eccitazione è fatta con oscillazioni smorzate, sempre con accoppiamento lentissimo, e alla risonanza, occorre conoscere oltre alla λ e al decremento δ_t dell'oscillazione eccitatrice, anche l'autoinduzione L (o la capacità C) del circuito ricevente (6), perchè allora nella relazione (7)

$$\left(\frac{I_r}{I_r'}\right)^2 = \frac{\delta_r' (\delta_t + \delta_r')}{\delta_r (\delta_t + \delta_r)}, \tag{11}$$

in cui i decrementi δ_r e δ_r' sono espressi da $\delta_r = \pi \sqrt{\frac{C}{L}} R_r$;

$$\delta'_r = \pi \sqrt{\frac{C}{L}} (R_r + R'),$$

risulta incognita solo la R_r. Nè può esservi equivoco nel definirla, sebbene la relazione sia di 2° grado, perchè questa presenta una sola soluzione positiva e però fisicamente accettabile.

Infine si può ancora fare la misura di R_r, mediante l'aggiunta di R' e con oscillazioni smorzate nel circuito ricevente, ricorrendo al metodo di eccitazione che si suol chiamare ad impulso. Lo si può applicare ad esempio facendo agire sul circuito ricevente attraverso un accoppiamento magnetico (o, come suol dirsi, induttivo), un altro circuito in cui un vibratore (o cicala) produce ritmiche e brusche interruzioni di corrente. Al momento della rottura della corrente primaria, una parte dell'energia di polarizzazione del campo magnetico si libera nel circuito ricevente e dà luogo a una oscillazione. Se il funzionamento della cicala è regolare, e la reazione del secondario sul primario trascurabile, si può ammettere che la potenza trasformata in corrente oscillatoria nel circuito ricevente nei due casi (resistenza R_r e $R_r + R'$) sia la medesima; si ha quindi:

$$R_r = R' \frac{I_r'^2}{I_r^2 - I_r'^2}. \tag{12}$$

VIII) *Calcolo dell'altezza di radiazione.* — Misurata la I_r e dedotta la R_r da una delle esperienze ora indicate, si risale, se la ricezione è fatta su un aereo aperto connesso con la terra ed equivalente a un mezzo dipolo di altezza h_r, all'altezza di radiazione h dell'aereo trasmittente, attraverso le (9 bis) (7) e (4), avendo posto $\theta = \frac{\pi}{2}$ per la radiazione alla superficie della terra (ossia del piano equatoriale dell'oscillatore):

$$h = \frac{I_r}{I} \cdot \frac{d\, R_r\, \lambda}{4\pi\, \mu\, u\, h_r} \tag{13}$$

Se invece la ricezione è fatta su un aereo chiuso, si ha dalle (9 bis) (8) e (4), sempre nell'ipotesi $\theta = \frac{\pi}{2}$:

$$h = \frac{I_r}{I} \cdot \frac{d\, R_r\, \lambda^2}{8\pi^2\, \mu\, u\, S_r \cos\alpha} \tag{14}$$

Le relazioni (13) e (14), come la (9 bis) da cui sono state dedotte, si riferiscono al caso in cui la corrente di trasmissione I è un'oscillazione persistente. Nel caso invece in cui la I è costituita da una serie di oscillazioni smorzate di decremento δ_t, se si ammette che il campo elettromagnetico in un punto qualunque e in particolare nella stazione ricevente subisca una legge di smorzamento esponenziale identica a quella della corrente I, si possono ancora ritener valide le (4) (7) e (8)

---

(6) A tal fine basta che il condensatore variabile di sintonia sia tarato, chè allora dai valori di λ e C si ricava con la formula della risonanza $L = \frac{1}{4\pi^2 C}\left(\frac{\lambda}{u}\right)^2$.

(7) Dedotta dalla nota espressione della corrente di risonanza (v. Zenneck - Seelig. loc. cit. pag. 105).

riferendole ai nuovi valori efficaci di I, F, H ed E (8). Alla equazione (9 bis) si sostituisce invece in questo caso la seguente (9), in cui compaiono i decrementi logaritmici già definiti per la (11):

$$I_r = E \frac{\lambda}{2 u L} \cdot \frac{1}{\sqrt{\delta_r (\delta_t + \delta_r)}} \tag{9 ter}$$

Da essa con le (7) (8) e (4) si deduce:

$$h = \frac{I_r}{I} \cdot \frac{d L \sqrt{\delta_r (\delta_t + \delta_r)}}{2 \pi \mu h_r} \tag{13 bis}$$

$$h = \frac{I_r}{I} \cdot \frac{d L \lambda \sqrt{\delta_r (\delta_t + \delta_r)}}{4 \pi^2 \mu S_r \cos \alpha} \tag{14 bis}$$

Nota l'altezza di radiazione h dell'aereo trasmittente e misurate la I e la λ, si calcolano agevolmente mediante la (5) la resistenza di radiazione R e la potenza irradiata P_i.

IX) *Influenza della distanza, della posizione e della forma dei due aerei.* — Finora si è supposto che, per dedurre dalle misure di campo magnetico H il valore dell'altezza di radiazione h, fossero applicabili le relazioni (4). Ma esse sono state a loro volta dedotte nell'ipotesi, che la distanza dell'aereo ricevente da quello trasmittente fosse abbastanza grande da rendere trascurabile l'azione induttiva diretta (di cui non si tien conto nelle (4)), e che esistesse quindi da sola l'azione hertziana, ossia il fenomeno di propagazione per onde. E' tuttavia facile calcolare che, con le dimensioni ordinarie degli aerei, già ad una distanza pari a λ l'azione diretta è praticamente trascurabile, ed è quindi precauzione più che bastevole collocare la stazione ricevente a distanze non inferiori a circa 2λ. Disponendo di strumenti abbastanza sensibili, si può sistemare la stazione ricevente anche a distanze notevolmente maggiori senza che si lascino affatto rilevare effetti di assorbimento, salvo il caso di particolari accidentalità del terreno interposto.

Così pure solo queste accidentalità possono dar luogo, nei limiti di distanze di alcune lunghezze d'onda, a deformazioni del fronte d'onda, che non permettano di considerare F come verticale e H come orizzontale e ambedue come perpendicolari alla congiungente dell'aereo di misura con quello trasmittente.

Analogamente, con la grandezza che si dà d'ordinario alla dimensione orizzontale dei telai chiusi di ricezione in confronto con la λ, è affatto trascurabile l'errore dovuto alla non perfetta coincidenza di fase del flusso magnetico, attraverso i vari elementi della superficie del circuito.

Nelle relazioni (4) si è inoltre supposto di assimilare l'aereo trasmittente a un mezzo dipolo di altezza h, definito appunto come quello che a pari λ e I dà luogo alla medesima radiazione. Tale definizione non è ambigua e permette il calcolo della potenza irradiata mediante la (5), se l'aereo trasmittente irradia egualmente in tutte le direzioni e se si può quindi anche ammettere la semplice variazione secondo $sen\, \theta$, al variare dell'angolo θ fra la direzione di propagazione e l'asse del dipolo. L'esperienza ha dimostrato che questa condizione è sensibilmente soddisfatta nel caso di moderni aerei a capacità relativamente concentrata, costituiti cioè di una parte orizzontale (fascio o reticolato di fili in forma di triangolo, o di quadrato, o anche di trapezio o di rettangolo non troppo allungati) e di una discesa o coda, collegata col centro, ovvero con uno dei lati o dei vertici della parte orizzontale. Nel caso invece degli aerei a gomito del tipo Marconi, con forte sviluppo orizzontale, o di altri tipi di aerei direttivi, la radiazione non avviene egualmente nelle varie direzioni dell'orizzonte, così che le misure debbono essere ripetute in vari settori. Ai risultati di ciascuna di tali misure si possono ancora applicare le relazioni (13) o (14), deducendo la corrispondente altezza di radiazione h; ma, poichè quest'ultima è variabile da un settore all'altro, non si può direttamente utilizzare la (5) per dedurre la resistenza di radiazione e la potenza irradiata. Essendo d'altro canto praticamente inattuabile la misura secondo un gran numero di direzioni, non solo orizzontali, ma anche variamente inclinate, si ritiene conveniente ammettere per ipotesi, che in ciascun piano verticale F ed H vadano variando proporzionalmente a $sen\, \theta$, com'è indicato dalle (4). Ne segue che la radiazione elementare $d P_i$ nel settore di apertura orizzontale $d\alpha$ risulta dalla (5)

$$d P_i = \frac{8 \pi}{3} \sqrt{\frac{\mu}{\varepsilon}} \left(\frac{h}{\lambda}\right)^2 I^2 d\alpha;$$

e però, calcolando per ogni settore la h ovvero la R_i, si ricava il valore medio h_m, ovvero quello R_{im}, dalle relazioni:

$$h_m = \sqrt{\frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} h^2 \, d\alpha}, \quad ; \quad R_{im} = \frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} R_i \, d\alpha, \tag{15}$$

che introdotte nella (5) permettono a lor volta di valutare la potenza irradiata P_i.

X) *Influenza della lunghezza d'onda.* — Nel caso del mezzo dipolo hertziano (a cui si riferiscono le (4)) l'altezza h è una dimensione geometrica ben definita, indipendente dalla λ delle oscillazioni che in esso si generano. Nel caso invece degli aerei ordinari, si deve rilevare che l'altezza di radiazione h, definita appunto come altezza del dipolo equivalente, dipende dalla distribuzione della corrente nell'aereo, e quindi anche dalla lunghezza d'onda adoperata. Infatti, anche limitandosi a considerare il caso di un aereo con dimensioni orizzontali trascurabili rispetto a λ e senza proprietà direttive, occorre applicare le (4) a ciascun elemento di altezza $d h$ e sostituire quindi al prodotto $I\, h$ l'integrale $\int_0^{h'} I_h \, d h$ esteso a tutta l'altezza geometrica h' dell'aereo (9).

Ne segue che l'altezza di radiazione, definita appunto dalla

$$I h = \int_0^{h'} I_h \, dh, \tag{16}$$

dipende dalla legge di distribuzione di $I_h = f\,(h)$, la quale a sua volta dipende in generale dalla lunghezza d'onda. Ciò si rileva facilmente per un aereo verticale semplice (fig. 4), per il quale si è già accennato (IV) come, nel caso della oscillazione con lunghezza d'onda naturale, ammessa uniforme la distribuzione della capacità e dell'autoinduzione lungo il conduttore, si ottenga $h = \frac{2}{\pi} h'$, perchè $I_h = I \cos \frac{\pi}{2} \frac{h}{h'}$. Ora, quando in luogo della oscillazione naturale λ_0 si provoca (per es. inserendo fra la base dell'aereo e la terra una autoinduzione L) una oscillazione di maggior lunghezza d'onda λ, la distribuzione di I_h risulta rappresentata da

$$I_h = I \frac{\operatorname{sen} \frac{\pi}{2} \frac{\lambda_0}{\lambda} \frac{h' - h}{h'}}{\operatorname{sen} \frac{\pi}{2} \frac{\lambda_0}{\lambda}}, \tag{17}$$

da cui si deduce mediante la (16) l'altezza di radiazione

$$h = \frac{2}{\pi} h' \frac{\frac{\lambda}{\lambda_0} \left(1 - \cos \frac{\pi}{2} \frac{\lambda_0}{\lambda}\right)}{\operatorname{sen} \frac{\pi}{2} \frac{\lambda_0}{\lambda}}, \tag{18}$$

che comprende come caso particolare per $\lambda_0 = \lambda$ l'altezza di radiazione $\frac{2}{\pi} h'$ e dà valori di h sempre decrescenti al crescere di λ fino al valore minimo $\frac{1}{2} h'$ per il caso di $\lambda_0 << \lambda$ (10).

---

(8) Si dimostra facilmente che il valore efficace A di una grandezza composta di una serie di oscillazioni smorzate del tipo

$$a = A_0 \, e^{-\alpha t} \operatorname{sen} \omega_t ,$$

le quali si succedono con frequenza ν, è espresso da

$$A = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{\nu}{\alpha}} A_0,$$

quando la frequenza di oscillazione $f = \frac{\omega}{2\pi}$ sia abbastanza grande in confronto con la frequenza delle scariche e il decremento logaritmico $\delta = \frac{\alpha}{f}$ sia anche esso abbastanza elevato, da permettere di considerare come del tutto spenta un'oscillazione, nel momento in cui comincia la successiva.

(9) S'intende che, se fra due piani orizzontali posti a distanza $d h$ l'uno dall'altro, sono compresi vari conduttori appartenenti all'aereo, deve porsi $I_h = \Sigma I$ sommando *algebricamente* i valori della corrente nei singoli conduttori.

(10) La discussione delle formule si può estendere anche al caso, in cui si provochi (per es. inserendo una capacità alla base dell'aereo) un'oscillazione con lunghezza d'onda $\lambda < \lambda_0$. In questo caso si calcolano valori di h crescenti al decrescere di λ fino a valori che possono riuscire grandissimi, quando λ si avvicina a $\frac{1}{2} \lambda_0$. Nè ciò deve sembrare strano, se si tiene presente, che in questo caso la corrente I alla presa di terra non è più il massimo valore efficace che si verifichi lungo l'aereo, perchè il ventre di corrente si va spostando verso l'alto e il valore di I tende a zero (qualunque sia la potenza oscillatoria messa in giuoco), quando λ tende a $\frac{1}{2} \lambda_0$.

Si vede pertanto che, mentre nel mezzo dipolo l'altezza di radiazione è costante al variare di λ ed eguale all'altezza geometrica h', nel mezzo oscillatore lineare essa si va abbassando progressivamente al crescere di λ da 0,64 h' a 0,50 h'. In molti aerei di tipo ordinario si verifica di solito qualcosa di intermedio, poichè in essi il progettista tende a concentrare la capacità in una parte all'incirca orizzontale collocata quanto più in alto è possibile, laddove l'autoinduzione è data prevalentemente dalla discesa o coda, che connette quella capacità con la terra attraverso gli apparecchi di eccitazione o di ricezione. Non si possono tuttavia realizzare nei riguardi del rapporto fra altezza di radiazione h e altezza massima geometrica h' dell'aereo, le condizioni del mezzo dipolo, e ciò per effetto sia delle catenarie dei conduttori costituenti il reticolato superiore, sia della capacità inevitabilmente distribuita anche lungo la coda, sia infine delle cause di assorbimento locale (XI). Si verificano perciò di solito, per gli aerei non direttivi, valori di $\frac{h'}{h}$ che si aggirano tra 0,6 e 0,7.

Quanto alla variabilità del rapporto $\frac{h'}{h}$ con la lunghezza d'onda, essa è di solito assai piccola, sia per l'analogia col dipolo dovuta alla parziale concentrazione della C e della L in parti diverse dall'aereo, sia per il fatto che si usano di solito lunghezze d'onda notevolmente maggiori di quella naturale, per le quali anche nel caso dell'aereo lineare le variazioni di h in funzione di λ sono assai piccole.

XI) *Influenza dei sostegni dell'aereo trasmittente.* — In base a quanto è stato esposto finora, l'altezza di radiazione di un aereo risulta dipendere dalla sua figura geometrica ed in piccola parte anche dalla lunghezza d'onda dell'oscillazione di cui esso è sede. In realtà influisce sensibilmente sul valore dell'altezza h, che si calcola mediante le (13) e le (14) sulla base di misure eseguite a una certa distanza d, un altro elemento importante, rappresentato da tutte quelle cause, le quali danno luogo, attraverso la presa di terra, a un passaggio di corrente, che contribuisce bensì al valore di I misurato e introdotto nelle formule, ma non contribuisce alla radiazione. Queste cause risiedono in tutti i circuiti locali, in cui l'oscillazione di aereo, agendo per induzione diretta (elettrostatica o elettromagnetica), provoca altre oscillazioni secondarie, che presentano sempre una componente in opposizione di fase ed attenuano quindi l'azione a distanza, o, ciò che è lo stesso, riducono l'altezza di radiazione. Fra tali circuiti locali, che sono rappresentati da ogni materiale più o meno conduttore immerso nel campo dell'aereo, primeggiano le strutture degli alberi che lo sostengono ed i loro controventi. La potenza che essi assorbono dipende dalla loro forma, dalla loro posizione rispetto all'aereo e dalla loro resistenza elettrica. Per attenuare queste perdite si ricorre in varia misura al frazionamento dei corpi conduttori (e specialmente dei controventi) mediante isolatori interposti, alla separazione delle strutture metalliche da terra mediante isolatori di base, all'uso più o meno parziale del legno in luogo del ferro, a un'opportuno studio della posizione reciproca dell'aereo e dei suoi sostegni, all'eliminazione per quanto possibile di masse conduttrici dalla prossimità del circuito di aereo e così via. Un'altra causa di aumento della corrente I senza aumento di radiazione può consistere nella presenza di capacità derivate fra la parte più bassa della coda di aereo e la terra e dovute ai passaggi attraverso le pareti dei fabbricati, gli isolatori di appoggio e di ritenuta ecc.

Riguardo ai fenomeni ora accennati parecchie esperienze hanno ad es. dimostrato che, sostituendo controventi interrotti da isolatori con controventi continui, o tendendo conduttori metallici lungo sostegni in legno, o collegando a terra sostegni metallici che erano prima isolati, si può avere bensì un aumento di corrente I nell'aereo trasmittente (a pari eccitazione), ma si ha anche una diminuzione così notevole di h, da ridurre di solito la potenza irradiata. In particolare nel caso di alberi metallici prima isolati dalla terra e poi connessi con questa attraverso una resistenza variabile, si constata che vi è in generale un valore critico di tale resistenza, per il quale l'azione sfavorevole nei riguardi della radiazione raggiunge un massimo. Sono in corso esperienze sistematiche su questi fenomeni per dedurne criteri razionali sull'isolamento delle basi degli alberi e sulla distribuzione degli isolatori di frazionamento lungo i controventi [1].

(*Continua*)

[1] Indipendentemente da quanto è stato esposto in questa nota, merita uno studio a se la questione della radiazione da parte sia degli aerei dei velivoli, sia degli aerei adagiati sul terreno o sull'acqua o addirittura immersi a una certa profondità. Queste categorie di aerei si trovano, anche nei riguardi della radiazione, in condizioni notevolmente diverse da quelle qui considerate per gli aerei ordinari.

DETERMINAZIONE DELLA TENSIONE CONCATENATA E DELLA SEZIONE DEI CONDUTTORI DI MASSIMA CONVENIENZA PER GRANDI LINEE DI TRASPORTO

Ingg. C. FASCETTI e G. MELINOSSI.

Comunicazione presentata alla Sezione di Livorno il 23 gennaio 1921

I.

In una grande linea di trasporto la variazione del costo degli apparecchi terminali con la variazione della tensione è trascurabile in confronto della variazione del costo totale della linea. Si può quindi procedere allo studio economico della linea considerando soltanto gli elementi costituenti la linea stessa. Di tali elementi prendiamo in considerazione, per ora, soltanto il peso del rame impiegato in rapporto alla tensione di linea ed alle perdite. Vedremo poi quale influenza può avere sui risultati ottenuti il costo degli isolatori e dei pali.

La formula che dà le perdite in kW, per una linea trifase, è la seguente:

$$p = 0{,}0172\ l\ \frac{W^2}{\cos^2 \varphi}\ \frac{1}{S\ V^2}$$

in cui

l = lunghezza della linea espressa in km;
W = potenza da trasportare in kW;
S = sezione dei conduttori in mm²;
V = tensione fra le fasi espressa in kV;
$\cos \varphi$ = fattore di potenza.

E' evidente che per una determinata potenza W e per una determinata sezione S conviene aumentare la tensione V al massimo possibile per ridurre al minimo le perdite. Per una determinata S e per una determinata distanza fra i conduttori, la V per la quale si inizia l'effetto Corona ci dà il limite massimo a cui può essere spinta la tensione. Tenendo conto che, come si dirà più diffusamente nella 2ª parte di questa nota, la distanza fra i conduttori è, in genere, una funzione della V si può sempre determinare per ciascuna V la S minima adoperabile. Per tali considerazioni il termine $S\ V^2$ diventa una funzione della sola S. D'altra parte, per tener conto di eventuali diminuzioni della tensione critica, conviene adottare per ciascuna S una V massima, uguale all'85% della tensione critica.

Riportiamo sull'ordinate di un sistema di assi cartesiani ortogonali i valori della S (e accanto ad essi, in due scale che risultano naturalmente non uniformi, i valori corrispondenti della V e della distanza fra i conduttori) e sulle ascisse i valori delle perdite p per km di linea (una terna). Per ogni valore di W si ottiene una curva e ciascun punto di detta curva ci dà le perdite in rapporto ad una determinata sezione del conduttore e quindi in rapporto alla corrispondente tensione della linea.

Le curve riportate nel diagramma allegato (fig. 1) sono state calcolate per una terna a corrente alternata trifase a 50 periodi $\cos\ \varphi = 0{,}8$ e per corda di rame di 49 fili.

Prendiamo in considerazione due punti vicini sopra una qualunque di dette curve. Passando da un punto all'altro si ha una variazione sulle ascisse che rappresenta la variazione delle perdite ed una variazione sulle ordinate che rappresenta la variazione della quantità del rame impiegato. Nel triangolo rettangolo avente per vertici i due punti scelti, i cateti paralleli agli assi e per ipotenusa la secante alla curva passante fra i due punti stessi, i due cateti possono rappresentare, se si scelgono opportunamente le scale, la variazione dell'aggravio annuo per perdite in rapporto al costo del kW anno e la variazione dell'aggravio annuo per interessi ed ammortamenti sul rame impiegato.

Quando il valore in lire dei due cateti è eguale si ha la soluzione di massima convenienza. Al limite, considerando i due punti infinitamente vicini, l'ipotenusa del triangolo da noi considerato diventa la tangente alla curva, la quale, nel punto di tangenza, determina sulla curva la soluzione di massima convenienza.

Si deve quindi determinare l'inclinazione di questa tangente in rapporto al costo annuo del kW e del kg di rame. Costruiamo a tal fine su due assi ausiliari (in alto a destra della fig. 1) un triangolo simile a quello infinitesimo da noi considerato; i due cateti, di cui quello verticale rappresenta la variazione del peso di rame e quello orizzontale rappresenta la variazione nelle perdite, dovranno essere fra loro in rapporto eguale a quello che passa fra il costo del kW anno e l'onere annuo corrispondente ad un kg di rame, cioè:

$$\frac{\Delta R}{\Delta p} = \frac{C}{C_r\ (a + i)}$$

dove:

ΔR = variazione peso di rame;

Δ_p = variazione perdite;

C_p = costo kW anno;

C_r = costo kg di rame;

a = ammortamento;

i = interessi.

L'inclinazione da darsi alla tangente si ottiene riportando in conveniente scala sull'asse verticale del sistema ausiliario il costo del kW anno e sull'asse orizzontale il costo del kg di rame assumendo per esempio $a + i = 12/100$.

Volendo tener conto di un valore di $a + i$ diverso da quello scelto si può opportunamente cambiare la scala dei prezzi del rame. Abbiamo riportato sulle ascisse del sistema ausiliario le due scale del prezzo del rame computando l'onere annuo relativo per valori di $a + i = 12$ e 14%.

Fig. 1.

Concludendo, per la scelta della tensione di linea e della sezione più conveniente dei conduttori per il trasporto di una data potenza W in kW si procede nel modo seguente:

Sugli assi ausiliari si prende la congiungente i punti che rappresentano il costo del kW anno e del kg di rame. Sulla curva della potenza W si cerca il punto in cui la tangente è parallela alla congiungente suddetta. L'ordinata di questo punto ci dà nelle rispettive scale la sezione dei conduttori e la tensione di linea da adottare e l'ascissa le perdite per km di linea.

I valori ottenuti sono indipendenti dalla lunghezza della linea e quindi occorrerà verificare se la caduta di tensione si mantiene nei limiti praticamente ammissibili per un buon esercizio.

Vediamo ora se il costo degli isolatori e dei pali può modificare i risultati da noi ottenuti.

Per il trasporto di una potenza W il nostro diagramma ci dà, per la soluzione di massima convenienza, una tensione V, una sezione dei conduttori S ed una perdita p.

Se scegliamo una tensione $V_1 < V$ per avere la soluzione di massima convenienza rispetto alla V_1 dobbiamo scegliere una S_1 ed una p_1 tali che $\frac{p_1}{S_1} = \frac{p}{S}$

e poichè $\frac{S_1}{S} = \frac{V}{V_1}$ abbiamo che:

$$\frac{p_1}{p} = \frac{S_1}{S} = \frac{V}{V_1}$$

cioè la diminuzione della tensione da V a V_1 ci porta ad un aumento del peso del rame impiegato e ad un aumento delle perdite proporzionale alla diminuzione della tensione.

D'altra parte l'aumento della sezione dei conduttori porta ad un aumento degli sforzi sui pali e quindi del peso del palo. Perchè fosse conveniente di diminuire per esempio di 10/100 la V ricavata dal diagramma, bisognerebbe che il minore aggravio annuo derivante dalla differenza del costo degli isolatori per la tensione V e per la tensione $0{,}9\ V$ fosse maggiore od uguale (trascurando il maggiore peso del ferro) al maggiore aggravio annuo derivante da un aumento dell'11% del peso del rame e da un aumento dell'11% delle perdite. Dati i costi del rame, del kW anno e degli isolatori ciò non può mai verificarsi per le grandi linee di trasporto.

II.

Il metodo esposto è suscettibile di notevoli semplificazioni se si definisce in modo conveniente la dipendenza fra la distanza a cui si mettono i conduttori, la tensione critica e il raggio dei conduttori stessi, dipendenza a cui si è accennato in principio. Essa è data come è noto dalla formula del Peek

$$e_0 = m_0\, g_0\, \delta\, r \log_e \frac{d}{r}$$

dove:

e_0 = potenziale critico per effetto corona in kV;

m_0 = coefficente di forma del conduttore = 0,85 per corde del tipo da noi scelto;

g_0 = gradiente minimo di potenziale per il quale comincia la scarica oscura nell'aria = $21{,}1\ \frac{\text{kV}}{\text{cm}}$;

δ = densità dell'aria = 1,18;

r = raggio del conduttore;

d = distanza fra i centri dei conduttori.

Applicando questa formula e dando alla distanza d fra i conduttori valori ricavati dalla pratica si è constatato che il rapporto $\frac{d}{r}$ è quasi esattamente costante con valore numerico prossimo a 500. Assumendo senz'altro questo od un altro valore numerico le relazioni risultano assai semplificate per effetto della proporzionalità lineare fra tensione critica, distanza e raggio dei conduttori.

Con le condizioni poste nel nostro studio: (tensione d'esercizio = 0,85 di quella critica, $\cos\varphi = 0{,}8$, corda di rame di 49 fili) e dando al rapporto $\frac{d}{r}$ il valore numerico 500 abbiamo:

$$V = 19{,}2\ r = 13{,}6\ \sqrt{S}$$

dove V è la tensione concatenata in kV, r il raggio della corda in mm, S la sezione della corda in mm², e la formula che dà le perdite in kW si può mettere sotto la forma

$$p = 0{,}000145\ \frac{W^2}{S^2}\ ;\ \text{cioè}\ F\ (p\ S) = p\ S^2 - 0{,}000145\ .\ W^2 = 0$$

Le curve del primo diagramma corrispondenti ciascuna a W = costante, sono quindi iperbole di terzo ordine.

Il luogo dei punti di massima convenienza, per potenze diverse e per un determinato prezzo del kW anno e del kg di rame, è il luogo dei punti delle iperbole della famiglia aventi le tangenti parallele. Cioè se si chiama α l'angolo acuto che la tangente forma con l'asse delle p si ha:

$$-\frac{\frac{\partial F}{\partial p}}{\frac{\partial F}{\partial S}} = -\ tg\ \alpha \qquad \frac{S^2}{2\ p\ S} = tg\ \alpha \qquad \frac{S}{p} = 2\ tg\ \alpha$$

equazione generale di un fascio di rette passanti per l'origine, ciascuna delle quali corrisponde ad un valore di α; quindi sul nostro diagramma invece di ricercare sulle curve dei kW i punti che hanno la tangente inclinata di un angolo α, si possono ricercare i punti di intersezione di queste curve con una retta uscente dall'origine e formante con l'asse delle p un angolo tale che la sua tangente sia uguale a due volte la tangente di α (1). Assai più semplicemente si può

(1) Essendo nella nostra figura la scala delle S dieci volte minore di quella delle p il rapporto $\frac{S}{p}$ risulta eguale a 20 tang α.

caratterizzare ciascuna di queste rette mediante il rapporto $\frac{C_p}{C_r\,(a+i)}$, o addirittura in base a $\frac{C_p}{C_r}$ se si è scelto un determinato valore per $(a+i)$, dove C_r = costo di un Q.le di rame, C_p = costo del kW anno.

Corredando il diagramma come si è fatto in figura 1 di una scala su cui leggere il valore di $\frac{C}{C_r\,(a+i)}$ da allinearsi con l'origine, si elimina l'uso degli assi ausiliari, il tracciamento della retta inclinata su di essi e il trasporto della parallela di tangenza, ovvero la determinazione di α. Una ulteriore semplificazione dei diagrammi si ha, sempre nell'ipotesi di $\frac{d}{r}$ = cost, tracciandoli con scale logaritmiche. Infatti se su due assi ortogonali si portano dei segmenti, proporzionali rispettivamente a logaritmo, p e logaritmo S la famiglia di iperbole si trasforma in un sistema di rette con coefficente angolare $-\frac{1}{2}$.

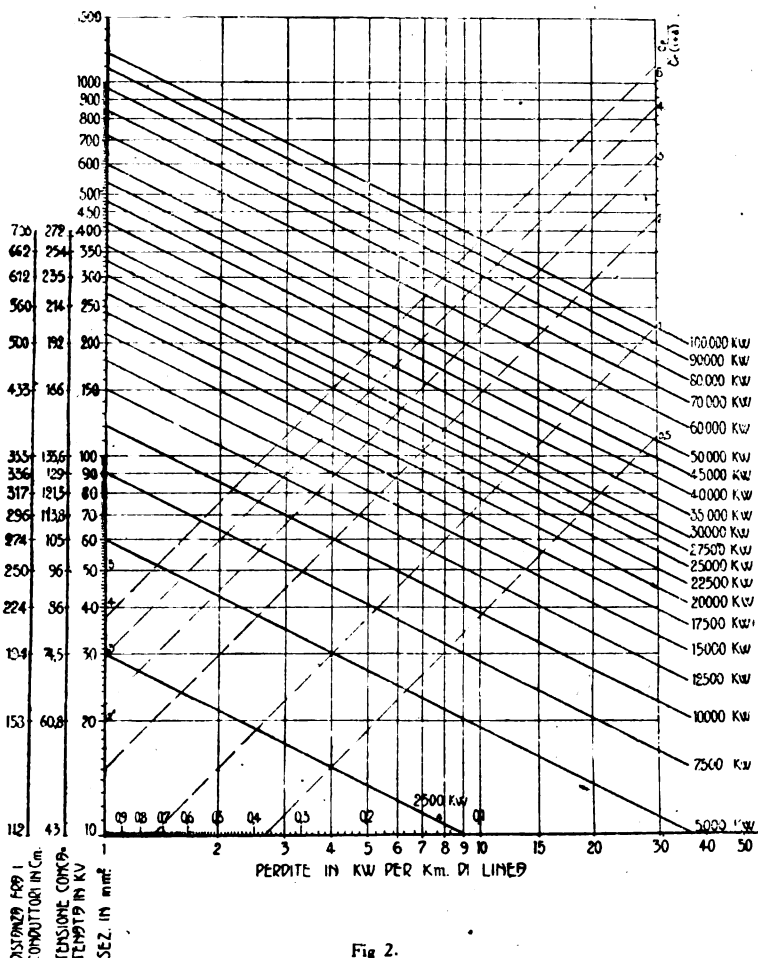



Fig 2.

Il fascio di rette del primo diagramma diviene invece un sistema di rette parallele di coefficente angolare *1* (fig. 2).

Ognuna di queste rette corrisponde ad un valore dell'angolo α e quindi ad un valore di $\frac{C}{C_r\,(a+i)}$ e con i suoi punti di intersezione con le rette di potenza costante ci dà le soluzioni di massima convenienza per quel rapporto e per i singoli valori di W. Si possono agevolmente tracciare le rette corrispondenti ad un angolo α ricordando che la loro equazione in scala logaritmica è:

$$\log. S - \log. p = \log. (2 \tan \alpha)$$

cioè il segmento intercetto sull'asse delle S è eguale al logaritmo $2 \tan \alpha$. Concludendo, per la scelta della tensione di linea e della sezione più conveniente dei conduttori per il trasporto di una data potenza W in kW, adoprando il primo od il secondo diagramma si procede nel modo seguente:

Si calcola il rapporto $\frac{C_p}{C_r\,(a+i)}$ in base al costo del Q.l di rame C_r alla quota di ammortamento e interesse $(a+i)$ e al costo C_p del kW anno e si individua la retta (uscente dall'origine nel 1° diagramma o inclinata di 45° sugli assi nel 2°) che corrisponde a quel rapporto. L'incrocio di questa retta con la linea rappresentativa della potenza da trasportare indica la soluzione di massima convenienza.

ESEMPI:

1°) Sia Lit. 320 il prezzo del kW anno;
Sia Lit. 10 il prezzo di kg di rame e la quota $i + a = 12\%$;
Siano da trasportare 20 000 kW su di una terna;
La soluzione di massima convenienza risulta:
$S = 106$ m/m² $V = 139{,}5$ kV
Siano da trasportare 10 000 kW su di una terna;
La soluzione di massima convenienza risulta:
$S = 66$ m/m² $V = 111{,}3$ kV

2°) Sia Lit. 153 il prezzo del kW anno;
Sia Lit. 8 il prezzo del kg di rame e la quota $i + a = 12\%$;
Siano da trasportare 10 000 kW su di una terna;
La soluzione di massima convenienza risulta:
$S = 56$ m/m² $V = 101{,}4$ kV
Siano da trasportare 5000 kW su di una terna;
La soluzione di massima convenienza risulta:
$S = 35$ m/m² $V = 80{,}2$ kV

LETTERE ALLA REDAZIONE

Sul calcolo dei pali a traliccio.

Riceviamo e pubblichiamo:

On. Redazione dell'Elettrotecnica

MILANO

*L'Ing. Marco Semenza, nell'interessante studio pubblicato nel N. 36 dello scorso anno dell'*Elettrotecnica*; espone un nuovo metodo rapido, di grande semplicità, per il calcolo dei pali a traliccio di minimo peso.*

Il metodo esposto dall'Eg. Autore si differenzia da altri, recentemente comparsi, sia perchè oltre la scelta del momento sollecitante il palo, minimo è il numero degli elementi lasciati all'arbitrio del progettista; sia perchè il palo così determinato deve risultare di peso minimo; mentre con gli altri metodi il palo di peso minimo può venire determinato soltanto con successivi tentativi. Mi sia permesso però di esporre alcune osservazioni sul procedimento del calcolo.

Il calcolo è basato, come per gli altri metodi citati, sul comportamento statico del palo. La sollecitazione in direzione dei conduttori è data dalla somma della sollecitazione del vento (che è indipendente dalla elasticità del palo); più quella di tensione dei conduttori (rottura di uno o più conduttori, differenza di sovraccarico fra campate consecutive) variabile con l'elasticità del palo e con le caratteristiche delle campate. A parità di ipotesi sulla rottura dei conduttori e sul sovraccarico, un palo elastico viene ad essere sottoposto ad una sollecitazione minore di quella cui è sottoposto il palo rigido; quindi, a parità di momento, il palo rigido non può risultare di minimo peso. Ritengo perciò che il palo di peso minimo debba venire determinato in base alle sollecitazione dinamiche e statiche della linea, e quindi i metodi grafici dovrebbero tener conto della riduzione del momento sollecitante.

Calcolato il momento ridotto, il calcolo del palo non può effettuarsi considerandolo come statico e cioè in base alle equazioni da 1 a 5 (pag. 642); giacchè, per tener conto della elasticità del palo, occorre introdurre delle nuove variabili. Astrazione fatta da una tale osservazione (che sembrami però d'importanza capitale) il nuovo metodo proposto dall'Ing. M. Semenza, ammette la costanza di K_1 e K_2 (rapporto fra il quadrato delle sezioni ed il momento minimo d'inerzia dei singoli ferri). Ora K è variabile da profilo a profilo; perciò, dal punto di vista matematico, i calcoli risultano più complicati giacchè si ottiene, invece di un'unica soluzione uno svariato numero di soluzioni relative fra le quali vi sarà quella che corrisponde al palo di peso minimo assoluto. Dal punto di vista pratico l'Eg. Autore potrà valutare, dai calcoli eseguiti, quale risulti la correzione apportabile alle curve in conseguenza della variabilità di K.

Ringrazio vivamente per la pubblicazione e con i più distinti saluti

obbligatissimo

Ing. VITTORIO TOGNAZZI.

✱

Il Collega M. Semenza ci comunica le seguenti controosservazioni:

L'osservazione prima che l'ing. Tognazzi fa al mio studio, non può riferirsi ad esso che parte da ipotesi ben definite: se queste si mutano, naturalmente mutano e il procedimento e i risultati.

A parte ciò, è intuitivo che le forze agenti trasversalmente alla linea, e causate dal vento sul palo e sui conduttori, sono più piccole di quelle agenti longitudinalmente quando si ammette lo strappo dei conduttori. In questo caso infatti, considerando un dato palo, posto che il vento su di esso causa in entrambe le direzioni lo stesso momento, si ha trasversalmente il vento sul filo, e longitudinalmente la tensione residua nei conduttori, il momento della quale, anche per piccoli valori della tensione, è sempre superiore al primo.

Ne segue che anche calcolando il palo per le forze longitudinali con inflessione elastica si ha sempre un momento maggiore e quindi un peso più grande che non calcolando il palo quale struttura statica e per il momento trasversale. L'osservazione dell'ing. Tognazzi non è perciò confermata dai fatti.

*Di questo argomento ampia disamina venne fatta a suo tempo nella discussione tenuta alla Sezione di Milano sul calcolo dei pali; un sunto della quale è stato riportato dall'*Elettrotecnica.

In complesso il sistema proposto dall'ing. Tognazzi non è usato in pratica, e ciò per varie ragioni, principale quella che lo strappo dei conduttori è eventualità affatto eccezionale e quella che i pali così calcolati risultano eccessivamente pesanti per valori normali della tensione meccanica nei conduttori, mentre a valori ridotti di questa corrispondono o pali più lunghi a campata costante, o pali più numerosi se si riduce la lunghezza delle campate.

In complesso tale ipotesi conduce sempre ad un maggior peso di ferro per Km di linea, e ciò pur astraendo dal fatto che in seguito allo strappo dei conduttori la sollecitazione massima nelle membrature dei sostegni non si ha ad equilibrio raggiunto coi pali elasticamente inflessi, ma bensì al momento dello strappo, quando la sollecitazione ha veramente carattere dinamico. In tal momento essa raggiunge valori ancora non perfettamente determinati ma in ogni modo, come hanno dimostrato vari autori, di molto superiori a quelli successivi di equilibrio.

Inoltre per avere base sicura per calcolare i pali con una ipotesi di tal genere, occorre ammettere lo strappo di un certo numero di conduttori. Se si suppone che tutti si strappino, i pali riescono così pesanti da non essere economicamente impiegabili; mentre se si ammette lo strappo da una parte di essi, accanto alle sollecitazioni dinamiche di flessione si verificano anche sollecitazioni di torsione che non è facile predeterminare e che rendono illusorio qualsiasi procedimento di minimo. Infine l'effetto sul palo è totalmente diverso a seconda che si ammetta lo strappo contemporaneo dei vari conduttori, o si supponga che intercorrano intervalli di tempo fra gli strappi dei vari conduttori.

Per tutte queste ragioni, che rendono il calcolo delle forze agenti longitudinalmente alla linea incerto nelle basi e malsicuro nello svolgimento, non si calcolano mai i pali di linea partendo da tale ipotesi. Ciò anche perchè la pratica ha dimostrato che i pali calcolati staticamente per resistere alle forze trasversali sono esuberanti per resistere alle forze agenti longitudinalmente che generalmente si presentano, per la resistenza alle quali si usa talvolta eseguire una verifica sul palo già calcolato col momento trasversale. Per premunirsi nel caso di strappo di conduttori, affatto eccezionale in pratica, conviene disporre di mensole calcolate con minor margine di sicurezza che non il resto del palo. Esse si strappano prima di questo riducendo di molto il danno.

La seconda osservazione, teoricamente esatta, non ha praticamente grande importanza, perchè le soluzioni possibili dipendono dalle sezioni dei ferri disponibili, e sono quindi assai limitate in numero.

La ricerca del minimo assoluto può farsi con tutta esattezza qualora si calcolino definitivamente ed esecutivamente i vari pali di una linea, chè in tal caso un lavoro di maggior precisione è giustificato. Per le ricerche preventive e i relativi confronti conviene ricorrere a valori medi di K_1 e di K_2, come io ho consigliato, con che si raggiunge un'estrema rapidità di calcolo, senza introdurre errori sensibili.

Mi riservo, in ogni modo di ritornare prossimamente su questo argomento anche per esaminare le conclusioni del recente studio dell'ing. Fascetti.

MARCO SEMENZA.

SUNTI E SOMMARI

ELETTROFISICA.

I. WEINBERGER — **L'impedenza griglia-filamento o impedenza di entrata delle valvole ioniche alle frequenze radiotelegrafiche.** (Proc. I. R. E., vol. VIII., n. 4, agosto 1920, pag. 334).

In molte pubblicazioni relative al funzionamento delle valvole ioniche si ammette che l'impedenza del circuito griglia-filamento, che chiameremo impedenza di entrata, diventi infinita, quando la griglia è portata a un determinato potenziale negativo, ciò che è confermato esaminando le caratteristiche di funzionamento delle valvole ricavate con corrente continua, o caratteristiche statiche, se si ritiene che il comportamento sia lo stesso anche alle frequenze R. T. L'A. ha invece osservato, che a queste frequenze le condizioni sono molto diverse, riscontrando ad esempio che quando il circuito anodico comprende una resistenza, l'impedenza di entrata dipende dal valore della resistenza, mentre quando nel circuito anodico vi è un'induttanza, l'impedenza di entrata si comporta come una resistenza negativa. In conclusione il valore dell'impedenza di entrata è funzione delle condizioni del circuito anodico.

Per verificare sperimentalmente questi fatti l'A. si è servito del dispositivo indicato in fig. 1, alimentato da un generatore di onde persistenti della lunghezza di 6000 m. Nel corso dell'esperienza la griglia era mantenuta a un potenziale medio negativo di 0,8 *V*; quindi modificando successivamente il valore di *R* si leggeva nel galvanometro G la corrispondente deviazione.

L'operazione di taratura, per poter passare da questa deviazione alla resistenza di entrata della valvola, è stata fatta sostituendo alla

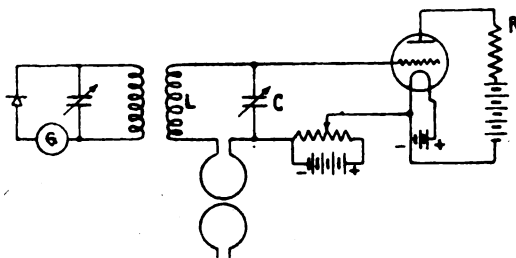



Fig. 1.

valvola con il suo circuito esterno e al potenziometro, una resistenza nota variabile in derivazione sul condensatore C. Mediante questa modificazione del circuito è stata costruita una curva $R = f(\delta)$ che permette la determinazione dei valori della resistenza di entrata della valvola col metodo precedentemente esposto.

I risultati sperimentali sono raccolti nella seguente tabella:

Resistenza inserita nel circuito anodico (ohm)	Resistenza totale del circuito anodico (ohm)	Resistenza di entrata della valvola (ohm)	Rapporto fra la resistenza totale del circuito anodico e la resistenza di entrata.	Rapporto di amplificazione
0	....	∞	0	0
45 000	220 000	130 000	1,7	1,8
100 000	325 000	60 000	5,4	5,2
850 000	1 050 000	50 000	21,0	23,5
1 450 000	1 860 000	60 000	31,0	28,9
5 000 000	5 450 000	170 000	31,2	31,0

In base a questi risultati può quindi essere esposto il seguente enunciato: « Alle frequenze *r. t.* una valvola ionica, nel cui circuito anodico sia inserita una resistenza ohmica, ha una resistenza di entrata che è uguale alla resistenza totale del circuito anodico divisa per il rapporto di amplificazione di tensione corrispondente a quella particolare resistenza anodica ».

Per « resistenza totale del circuito anodico » si intende la somma della resistenza esterna e di quella interna, ossia il rapporto fra la tensione totale della batteria e la intensità della corrente anodica. Per « rapporto di amplificazione di tensione » s'intende il rapporto tra le variazioni di tensione ai capi della resistenza esterna del circuito anodico e le variazioni di tensione di entrata (tra filamento e griglia).

Il rapporto di amplificazione è stato misurato mediante un ponte di Miller opportunamente modificato. La resistenza totale è stata determinata rilevando le variazioni di corrente nel circuito anodico relative a variazioni della tensione anodica.

Riguardo al comportamento della impedenza di entrata quando nel circuito anodico in luogo di una resistenza si ha invece un'induttanza, l'A. ha verificato che con un'induttanza di 15 mH si è avuta

nel circuito LC una diminuzione di resistenza di 1/4 del suo valore, cioè l'impedenza di entrata si comportava come una resistenza negativa.

L'A. ha poi notato che lasciando nel circuito anodico la resistenza R e ponendole in derivazione un condensatore di 1 $m\mu F$ l'impedenza di entrata, che dapprima si comportava come una resistenza finita diventava invece una resistenza di valore infinito.

Relativamente a queste esperienze *L. M. Hull* fa osservare che l'A. ammette a priori che l'impedenza di entrata di una valvola ionica si comporti come una pura resistenza ohmica, poichè è appunto su tale ipotesi che si basa il suo metodo di taratura. Ora, se non altro, il circuito della valvola derivato sul circuito oscillatorio presenta la capacità propria della griglia rispetto al filamento e all'anodo, capacità che dà luogo per le alte frequenze a una reattanza non infinita, ma anzi dello stesso ordine di quelle misurate dall'A. Questi, rispondendo alle obbiezioni del Hull, riconosce che le analoghe misure del Miller eseguite a frequenze musicali sono più accurate, ma afferma che le sue prove ad alta frequenza tengono conto anche della resistenza equivalente dovuta alle perdite per isteresi dielettrica. E quanto alla componente reattiva della impedenza di entrata, accenna come se ne possa tener conto ed eliminarne gli effetti, ritoccando la sintonia del circuito oscillatorio.

C. Mt.

* *

ELETTROMETALLURGIA.

G. Y. ALLEN — **Regolazione automatica dei forni ad arco elettrico.** (Electric Journal, vol. XVII, settembre 1920, pag. 397).

L'articolo è specialmente rivolto al confronto fra tre diversi tipi di regolatori automatici degli elettrodi. Il più noto è il tipo semplice, in cui i servo-motori che producono lo spostamento degli elettrodi sono comandati da un relais di corrente, o di tensione o di potenza, il quale può chiudere due contatti: uno per il movimento di sollevamento degli elettrodi, e l'altro per il loro abbassamento. Con questo tipo semplice, è facile che si verifichi un moto alternativo degli elettrodi, poichè quando essi vengono mossi in una direzione facilmente sorpassano la posizione di regolazione, e devono perciò essere mossi in direzione contraria, per correggere l'eccesso di regolazione, e così via (surregolazione).

Il regolatore intermittente ovvia a queste perturbazioni. In esso il moto agli elettrodi essendo comunicato con una serie di brevi impulsi successivi, basta che la variazione che ogni spostamento elementare porta nella grandezza che si corregge, sia più piccolo di quello necessario perchè l'apparecchio di regolazione faccia invertire il moto, affinchè sia eliminato il pericolo della surregolazione.

I due tipi predetti, se convenientemente applicati, possono riuscire soddisfacenti.

L'autore descrive più diffusamente un nuovo tipo di regolatore, che è una combinazione dei due precedenti. In essi la velocità dello spostamento degli elettrodi è costante e indipendente dallo scarto dal suo valore normale della grandezza da regolare. Nel nuovo tipo, invece, la velocità di spostamento degli elettrodi è proporzionale a tale scarto, cosicchè mentre la grandezza regolata va ritornando al valore normale, la velocità degli elettrodi va diminuendo, così che essi hanno un arresto graduale. Questa proporzionalità si verifica per scarti fino al 20% o 25%; per scarti superiori gli elettrodi si spostano colla loro velocità massima.

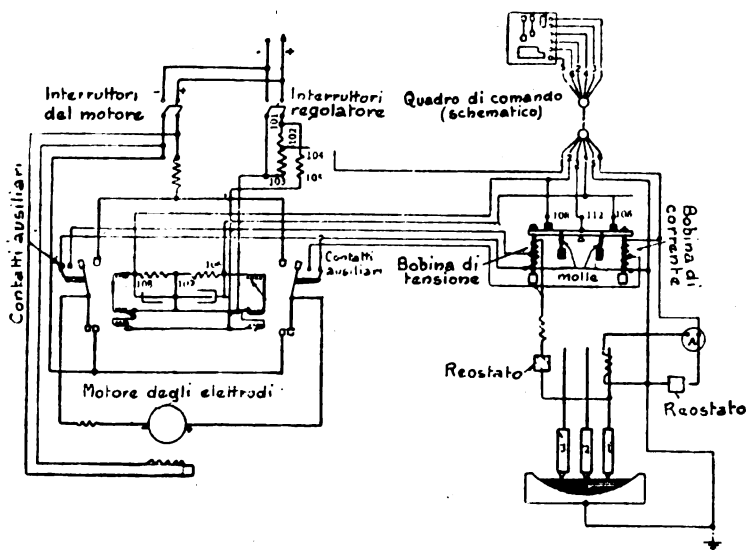



Fig. 1. — Schema delle connessioni del regolatore.

Il nuovo tipo di regolatore utilizza per ogni relais la corrente di un elettrodo, e la corrispondente tensione di fase; esso riesce perciò applicabile a qualsiasi tipo di forno, mantenendo l'equilibrio delle cadute di tensioni negli archi, e l'equilibrio delle correnti negli elettrodi.

Nei regolatori puramente amperometrici la interruzione della corrente d'alimentazione del forno porterebbe all'affondamento degli elettrodi nel bagno; per evitare ciò occorrono degli interruttori speciali di minimo. Nel nuovo tipo questi sono inutili, perchè l'equipaggio mobile è ricondotto nella posizione di equilibrio per mezzo di molle, appena cessi la corrente di alimentazione ([1]). Il pericolo di immersione nel bagno è completamente evitato perchè, essendo ogni elettrodo comandato separatamente, appena arriva a toccare la scoria, la bobina del regolatore che utilizza il salto di tensione, viene messa in corto circuito, e cessa di agire, arrestando così l'elettrodo.

La fig. 1 rappresenta lo schema del nuovo tipo di regolatore, e la fig. 2 dà il particolare delle connessioni per l'organo di comando di un elettrodo. I contatti 3 e 4 comandano gl'interruttori automatici dei motori, che spostano l'elettrodo. Quando il forno è fuori servizio, le due bobine V ed A non sono percorse da corrente; in queste condizioni il braccio mobile è mantenuto orizzontale dalle molle 1 e 2, ed i contatti 3 e 4 sono entrambi aperti. Alla messa in attività del forno, appena chiuso l'interruttore principale, si crea una differenza di tensione fra gli elettrodi e la carcassa del forno: la bobina V entra in attività chiudendo il contatto 3 mettendo in moto i motori, che abbassano gli elettrodi alla massima velocità fino a contatto della carica. A questo punto la bobina V viene messa in corto circuito; le molle riconducono il braccio alla posizione orizzontale e arrestano i motori. Tosto che due elettrodi sono arrivati a contatto della carica avviene un passaggio di corrente: allora entra in azione la bobina A la quale chiude il contatto 4 e fa sollevare gli elettrodi dando principio a l'arco. Così avviene per tutte le fasi. Il sollevamento continua finchè l'azione della bobina A diviene equilibrata dalla bobina V; allora il braccio torna orizzontale aprendo i contatti, e arrestando gli elettrodi. Ogni successiva variazione, nella corrente o nella tensione, farà prevalere una delle due bobine, chiudendo uno dei contatti o mettendo in moto gli elettrodi nel senso opportuno. Il reostato C in derivazione sulla bobina di corrente serve a variare la sensibilità del regolatore. I contatti ausiliari 5 e 6 sono connessi meccanicamente (ma isolati elettricamente) con l'ancora mobile delle bobine V ed A; essi servono a shuntare rispettivamente le due bobine. Se ad esempio il braccio è stato spostato nel senso del sollevamento, il contatto ausiliare 6 si chiude; viene così a diminuire l'impulso della bobina A, e se la diminuzione è sufficente, si riaprirà il contatto 4 e quindi il 6. Se il contatto 4 non è rimasto chiuso un tempo bastante per produrre uno spostamento sufficente alla regolazione, l'impulso della bobina A tornerà ad essere superiore a quello della V e perciò il contatto 4 tornerà a chiudersi; e così via, producendo un moto intermittente dell'elettrodo. Se la variazione di corrente nel forno era maggiore del 15% in più o in meno del normale, l'azione dei contatti ausiliari non è sufficente a produrre il moto alternativo; gli elettrodi si spostano quindi in modo continuo finchè la variazione è ridotta al 15%. A questo istante comincia a verificarsi il moto intermittente, in cui la durata dei periodi di spostamento è proporzionale all'entità della deviazione del valore normale. In tal modo è ottenuta la velocità variabile e proporzionale degli elettrodi, come sopra si è detto. Con questi due periodi, uno di moto continuo alla velocità massima, e l'altro di moto intermittente proporzionale, si raggiunge lo scopo di avere una regolazione rapida, senza il pericolo di una sovraregolazione, e quindi del moto alternativo degli elettrodi.

Fig. 2. — Schema del gruppo degli interruttori. - Schema delle connessioni del motore.

Quanto alla connessione colla carcassa del forno, necessaria per la bobina V di tensione, si è trovato che per forni a rivestimento basico, esso è sufficentemente conduttore, mentre con rivestimenti acidi è necessario installare degli appositi elettrodi metallici, sporgenti attraverso il fondo.

([1]) È in sostanza il concetto dei regolatori differenziali delle lampade ad arco, in contrapposto ai regolatori più semplici, in serie o in derivazione.

(*N. d. R.*)

E' pure interessante notare che, durante il periodo di moto intermittente, la velocità di abbassamento è maggiore di quella di sollevamento; in tal modo viene diminuito il numero di volte in cui l'arco viene interrotto, durante la fusione della carica del forno.

Secondo l'autore, il nuovo regolatore, sebbene sia entrato in uso da non molto tempo, ha dato, ovunque fu installato, buonissimi risultati.

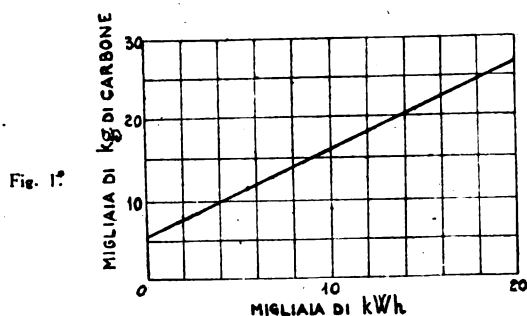
R. S. N.

* *

IMPIANTI.

R. H. PARSON. — **Controllo del consumo di carbone nelle Centrali e sistema di premio per l'economia.** (R. G. E., vol. VIII, 10 luglio 1920, pag. 45).

L'A. indica un metodo per determinare il consumo di carbone ed acqua da assumersi come normale per paragonarlo a quello effettivo, in modo da avere una base razionale per attribuire dei premi di economia. Durante un lungo periodo di esercizio della centrale, il consumo di carbone e quello di acqua, per ogni carico, si registrano sopra un diagramma (fig. 1), le cui ascisse sono proporzionali al numero dei kWh forniti durante ciascun turno di servizio e le ordinate, a seconda del diagramma, sono proporzionali alla quantità di acqua consumata per l'alimentazione delle caldaie o al peso del carbone bruciato. E' consigliabile portare come ascissa l'energia netta fornita ai feeders considerando come facente parte delle spese generali quella

Fig. 1ª

consumata per i servizi interni della centrale. Collegando fra loro un considerevole numero di punti si constata che essi si trovano all'incirca sopra una linea retta. L'ordinata di un punto di questa retta si conviene rappresenti il consumo normale di acqua o carbone per produrre la quantità di energia rappresentata dall'ascissa. Questi diagrammi sono di grande utilità per controllare l'andamento dell'officina e scoprire eventuali irregolarità.

Ad integrazione di questi diagrammi se ne traccia un altro, che pure risulta rettilineo, avente per ascissa il consumo di carbone e ordinata quello di acqua di alimentazione; il rapporto fra questi due consumi, è, come è noto, il coefficiente di vaporizzazione. Se, per esempio, si è rilevato un consumo di carbone superiore al normale, restando invece normale quello dell'acqua e il coefficiente di vaporizzazione, si deve concludere esservi stato spreco di vapore. Se invece la produzione di questo è inferiore alla media, mentre il consumo di carbone è normale devesi sicuramente incriminare o la caldaia o la qualità del carbone.

Praticamente l'impiego più redditizio di questi diagrammi è di affiggerli nel locale caldaie e di segnarvi alla fine di ciascuna giornata di servizio il consumo di acqua e carbone. Il capo del personale di governo può così indagare quali possono essere state le cause della anormalità e rimediarvi. L'esperienza ha mostrato che il personale di governo, possedendo nei diagrammi un mezzo di controllo al proprio lavoro, ha dato sempre un aumento di rendimento. L'andamento del fenomeno indicato dal diagramma in fig. 1 è analiticamente rappresentato da una equazione lineare $C = m\,K + \text{Cost.}$ in cui C è la quantità di carbone consumato in kg e K il numero di kWh prodotto. Nel caso particolare in figura si ha:

$$C = 5436 + 1{,}053 \qquad (1)$$

e per il consumo d'acqua E si è ricavato nel medesimo caso:

$$E = 31710 + 7{,}81\ K \qquad (2)$$

Evidentemente la costante 5436 rappresenta il peso di carbone bruciato per coprire tutte le perdite e per mantenere l'officina in stato di fornire energia. Il coefficiente 1,053 è il consumo in più di carbone per ogni kWh prodotto. Analogamente nella (2) 31710 sono i kg d'acqua necessari per far fronte alle perdite indipendenti dal carico. Per ogni kWh prodotto sono necessari poi kg 7,81 d'acqua.

Eliminando K fra (1) e (2) si ha

$$C = 0{,}1348\ E + 1162 \qquad (3)$$

$$E = 7{,}418\ C - 8620 \qquad (4)$$

Per $E = O$ cioè senza utilizzazione di vapore si debbono bruciare kg 1162 per mantenere la pressione e poichè sappiamo che kg 5436 sono necessari per sopperire alle perdite totali la differenza di kg 4274 corrisponde a tutte le perdite rimanenti per il funzionamento a vuoto. Dividendo per K la (1) e la (2) si ricavano i consumi di carbone ed acqua per kWh, che si possono rappresentare graficamente con una curva che è un ramo di iperbole. Si conferma così facilmente che col crescere dell'energia prodotta i consumi per kWh tendono a 1,053 e 7,81 kg rispettivamente.

Questi dati consentono di controllare il rendimento di un turno di personale e riconoscere se si mantiene soddisfacente. Basta tracciare un diagramma con ascisse la durata di lavoro di ciascun turno e ordinate il quoziente del consumo totale (meno il termine costante) durante questo lavoro per il numero dei kWh forniti. Se in tale diagramma tracciamo per es. la linea orizzontale del consumo specifico di kg 1,053 parallela all'ascissa, la posizione dei punti segnati ci indicherà se il consumo è stato al di sopra o al di sotto del normale durante il periodo di ciascuno dei 3 turni di lavoro.

L'A. tratta anche di un sistema di premio per l'economia di combustibile ed acqua nel quale nessun coefficiente estraneo ai risultati del lavoro fatto da ciascun turno di lavoro è compreso. Resta evitata così ogni ragione di malcontento da parte degli operai che si vedono compensati in ragione di quello che economizzano. Il premio per i fuochisti, stabilito prendendo a base il consumo normale con un dato tipo di combustibile, e commisurato a un percento della quantità economizzata in un periodo di lavoro; se varia il combustibile, si riportano le sue calorie a quelle del combustibile tipo e si ricava quanto di questo sarebbe stato consumato in più o in meno del normale. Con analoghi criteri si procede per assegnare i premi ai meccanici e ai conduttori dei complessi elettrogeni, prendendo a base o il consumo di vapore per kWh netto o quello di carbone.

A. Bz.

* *

G. P. ROUX — **Note sulla potenza dei trasformatori e loro collegamento coi motori a induzione negli impianti elettrici.** (Revue générale de l'électricité, 19 giugno 1920, pag. 823-827).

Si presenta assai spesso negli impianti industriali, ove l'energia è fornita per mezzo di trasformatori, il problema della potenza che si deve dare a questi ultimi, e sarebbe bene di poter disporre, oltre che di tentativi d'approssimazione anche di regole di facile applicazione, per la risoluzione pratica del problema. E' perciò interessante rivedere brevemente lo studio di tale questione, e poichè la maggior parte dei motori a induzione sono in corto circuito, è utile analizzare le caratteristiche, come pure quelle delle distribuzioni normali.

L'autore, che si riferisce alla pratica americana, ha preso come esempio un impianto di un motore di 22 kW, 220 V., trifase a 60 periodi colla velocità sincrona di 900 giri, munito di compensatore per la messa in marcia. Il carico in kiloVolt-Ampère fornito dal trasformatore influisce sulle caratteristiche, come il riscaldamento, il rendimento, la regolazione. La fig. 1 mostra quali siano queste influenze per

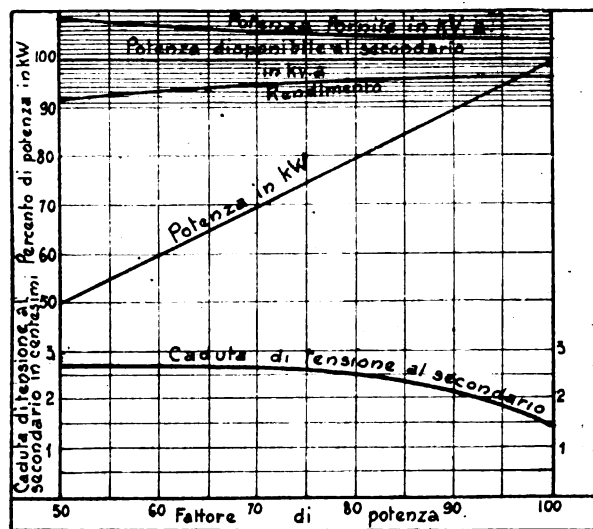



Fig. 1.

un trasformatore di 10 kVA a 60 periodi, 2200 V primari e 110 a 220 V secondari. Per valore costante dei kiloVolt-Ampère e per tensione primaria e frequenza normali i kW utili consumati diminuiscono in proporzione del fattore di potenza; il rendimento diminuisce leggermente per la riduzione della potenza effettiva, e di conseguenza aumenta un poco il consumo. La caduta di tensione al secondario aumenta con la diminuzione del fattore di potenza. La maggior parte dei trasformatori normali sono calcolati e costruiti per sopportare il 125% del carico normale per 2 ore e 150% per 1 ora, senza raggiungere un riscaldamento pericoloso.

Per ciò che riguarda il riscaldamento si può notare che esso dipende dalle perdite nel rame, dal grado d'isolamento, dalla circolazione e dalla quantità d'olio, dalla sua viscosità, dalla superficie di raf-

freddamento. Si possono costruire diagrammi rappresentativi dei fenomeni dovuti alle varie cause suaccennate.

Riassumiamo brevemente in uno specchietto le variazioni nel lavoro di un trasformatore in seguito alle variazioni di tensione e di frequenza nelle linee:

Tensione	Corrente d'eccitazione	Regolazione	Fattore di potenza
diminuisce	diminuisce	meno buona	aumenta
cresce	aumenta	migliore	diminuisce
Frequenza			
diminuisce	»	»	»
cresce	diminuisce	meno buona	aumenta

Il rendimento a pieno carico aumenta con la tensione e con la frequenza.

Per dare un esempio di calcolo di un motore a induzione, adotteremo come esempio un motore trifase, a velocità costante, in corto circuito. Salvo poche varianti la fig. 2, rappresenta le caratteristiche

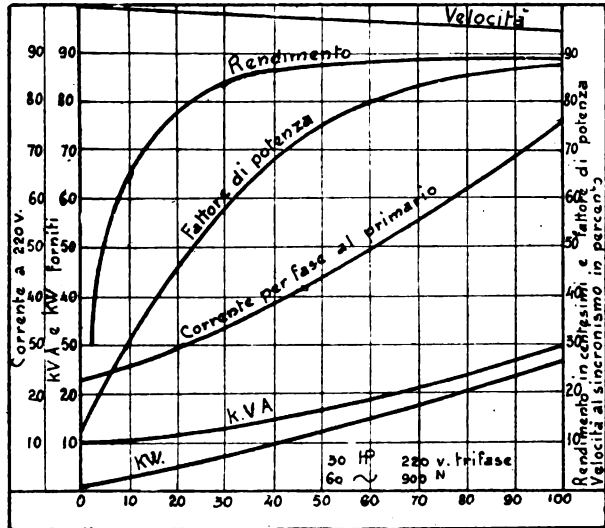



Fig. 2.

di tale motore — da ciò si può vedere che per quanto la caratteristica meccanica d'un motore a induzione si avvicini a quella di un motore in derivazione a corrente continua, la caratteristica elettrica e magnetica assomigliano a quelle di un trasformatore con un intraferro fra primario e secondario.

Per queste analogie il motore a induzione richiede una corrente considerevole quando si inserisce in circuito.

La fig. 3 dà graficamente le caratteristiche di un motore trifase di 22 kW, 220 V alla messa in marcia per mezzo di un compen-

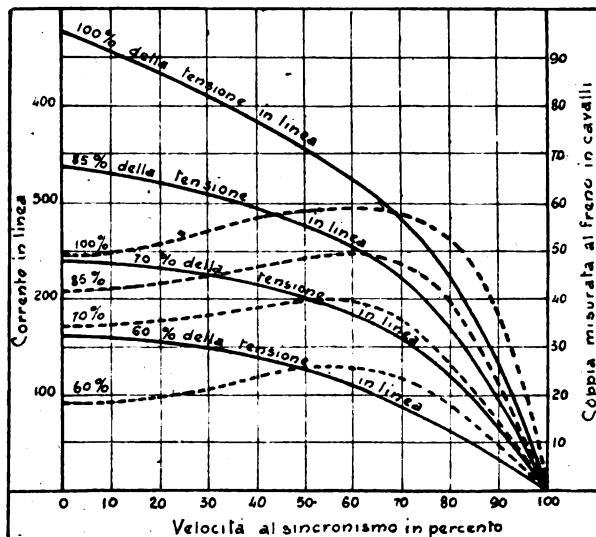



Fig. 3.

satore, con diverse tensioni di alimentazione. La corrente e la coppia allo spunto dipendono ambedue dall'auto compensatore, mantenendosi costante la resistenza del rotore.

Fino a un certo valore della potenza richiesta una sola delle prese di corrente dell'autotrasformatore è utilizzata per la messa in marcia. Il motore è portato alla tensione di linea solo quando la sua velocità è vicina al sincronismo.

La seguente tabella dà il rapporto fra la tensione di messa in marcia e la tensione di linea:

Tensione di linea . . .	100	100	100	100	100	100	100
» del motore . .	40	50	58	65	70	80	85
Rapporto fra la coppia di spunto e la stessa a piena tensione	16	25	34	42	50	65	72

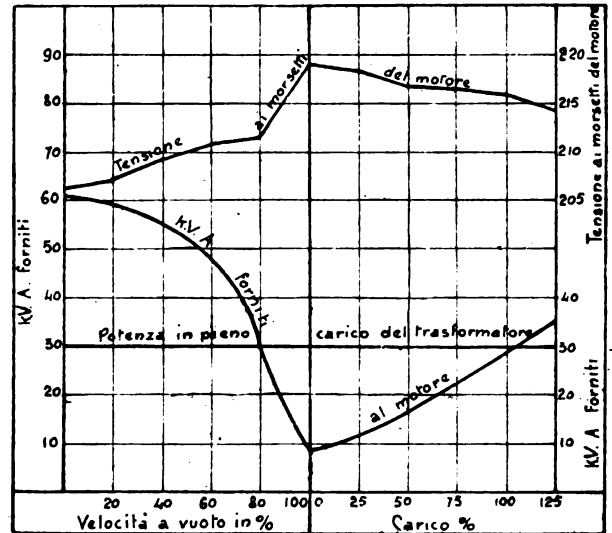



Fig. 4.

La fig. 4 rappresenta i kiloVolt-Ampère e la tensione trasmessa al motore dal trasformatore durante la messa in marcia e a carico normale.

Nella tabella seguente riportiamo l'esempio di un impianto corrisposto di un motore di 22 kW, un'altro di 7,5 kW e due di 3.8 kW cui si richiede normalmente in media il 50% della loro potenza, e dei quali i motori di 22 e 3.8 HP lavorano per es. due ore al giorno al 125% del carico normale, e l'altro da 75 kW subisce frequenti arresti.

KILO VOLT AMPERE RICHIESTI.

Potenza dei motori kW	Pieno carico previsto kVA	Potenze assorbite all'avviamento kVA 1	2	3	4	Potenze assorbite nel periodo di lavoro: normale	a sovraccarico	a sovraccarico e avviamento
1 – 22,5	30	60	9	9	9	15	37,5	37,5
1 – 7,5	10	0	20	3	3	5	5	20,—
1 – 4	5	0	0	15	1,5	2,5	6,25	6,25
1 – 4	5	0	0	0	15	2,5	6,25	6,25
Tot. kVA	50	60	29	27	28,5	25,–	55,—	71,—

a. r.

★ ★

MISURE: METODI ED ISTRUMENTI.

J. S. DELLEUBANGH. - **Un metodo diretto di misura della distribuzione del flusso magnetico.** (Journ. of the Am. Inst. El. Eng., giugno 1920, pag. 583).

Quando si vuole studiare l'esatta distribuzione del flusso magnetico in una macchina dinamo-elettrica, occorre determinare un gran numero di curve di distribuzione del flusso. Il metodo fin qui comunemente usato fu quello di una bobina di esplorazione con un galvanometro balistico. Questo metodo, come gli altri che furono proposti (flussometro di Grassot, variazione della resistenza in un filo di bismuto, ecc.) non diedero risultati soddisfacenti specialmente nei riguardi del tempo richiesto per effettuare le misure. L'autore si propose di trovare un metodo che riunisse una buona approssimazione nei risultati, con una sufficiente rapidità di esecuzione.

L'apparecchio consiste essenzialmente in una bobina di esplorazione munita di un collettore e funzionante ad una alta e costante velocità. I principi su cui si basa sono gli stessi delle altre macchine generatrici rotative. La bobina ha un diametro assai piccolo ed una lunghezza approssimativamente eguale a quella della superficie attraverso la quale emana il flusso che si studia; porta un avvolgimento chiuso ed è munita di un collettore. La bobina è mantenuta in rotazione da un piccolo motore azionato da una batteria di accumulatori e munito di regolatore di velocità e di un apparecchio per misurare la velocità. La tensione che si genera nelle spire è proporzionale alla

densità del flusso nel campo del quale la bobina ruota, dati o mantenuti costanti, gli altri fattori. La tensione viene letta su un istrumento di misura, o, meglio, mediante riflessione di un raggio luminoso su uno schermo fotografico.

La fig. 1 è un disegno della bobina di esplorazione. L'armatura è formata di bakelite per evitare le correnti di Foucault, ha il diametro di 5 mm, una lunghezza di circa 100 mm, e porta 4 incavi. Alle due estremità sono fissate due campane di ottone di cui una serve solamente di fissaggio e l'altra porta il collettore e il prolungamento per l'attacco al motore.

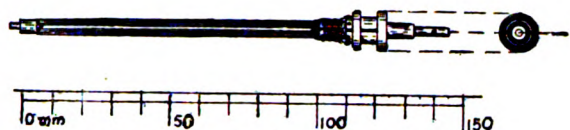



Fig. 1.

Il collettore è a quattro segmenti fatti in oro e montati su un manicotto di gomma dura; ha un diametro di 6 mm e una lunghezza di circa 4 mm.

L'avvolgimento è formato di 5 giri per bobina di filo di rame *N.* 38 *d. s. c.*; il piano di commutazione deve essere parallelo al campo magnetico, in modo che, usando spazzole tangenziali, esse si trovino disposte perpendicolarmente al campo. Tale accorgimento permette di avvicinare al massimo la bobina di esplorazione alla superficie magnetica da esplorare.

Le spazzole sono formate de sottili striscie laminate di bronzo fosforoso argentato e sono montate in modo da poter ruotare di 180° intorno al collettore.

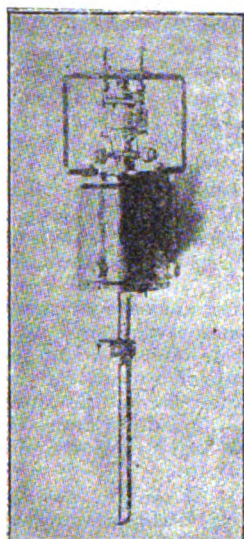
La bobina è fatta ruotare da un piccolo motore. La fig. 2 mostra l'insieme della bobina, del motore e del regolatore di velocità. Si vede dalla figura come dal motore parte un braccio che serve da supporto all'estremità della bobina che non avrebbe altrimenti la rigidezza necessaria.

Molto importante è il regolatore, di un tipo speciale come risulta dalla fig. 3. Un manicotto *D* porta un albero che corre per tutta la lunghezza dell'apparecchio. Fissato ad esso vi è un piatto a cui sono appese mediante leve ad angolo, tre masse a forza centrifuga. Le masse sono fissate sui loro perni, perciò quando la velocità aumenta esse portandosi in fuori innalzano il piatto *B*, il quale porta il volante *F* e il piatto di frizione *P* e spinge quest'ultimo contro i tappi di frizione *L*.

Fig. 2.

Il volante *F* è folle sul manicotto *K*, che porta il piatto di frizione, e che può scorrere in su e in giù ma deve girare col motore.

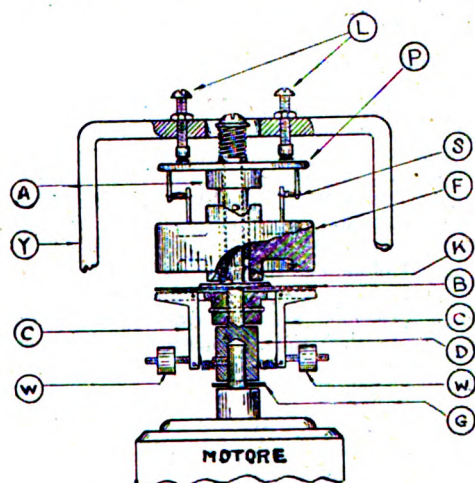



Fig. 3

Se la velocità dell'albero aumenta o diminuisce, il volano tende a ruotare indietro o avanti relativamente al manicotto su cui è folle. In questi movimenti relativi esso comanda, per mezzo di apposite due tacche inclinate, due piccoli perni fissi al manicotto del piatto di frizione. Data l'inclinazione delle tacche esso tende a sollevare il piatto quando la sua velocità è minore di quella del manicotto ossia quando la velocità del motore tende ad accelerare; nel caso contrario, il volante, precedendo il manicotto, lascia libero il piatto di frizione di scendere. Le piccole molle *S* servono a tenere sempre i piccoli perni a contatto colle intaccature del volano. Si è ottenuta in tal modo una perfetta regolazione della velocità.

La velocità di rotazione viene letta per mezzo di un magnete fissato alla sommità dell'istrumento e collegato ad un millivoltmetro.

Qualche difficoltà si incontra nell'ottenere un apparecchio a riflessione che segua rapidamente ed esattamente le variazioni di tensione generate nella bobina. L'autore ottenne buoni risultati con un amperometro di Weston riavvolto con filo *N.* 40 *d. s. c.* in modo che la bobina mobile avesse una resistenza di 144,6 Ohm; l'ago venne rovesciato indietro sulla sospensione; lo specchietto fu appeso sopra di esso. La sensibilità di tale apparecchio è assai alta: esso dà una deviazione di 1 cm alla distanza di un metro per una corrente di 0,0148 milliampere nella bobina.

Le misure dell'autore furono eseguite su una sezione di un alternatore a 12 poli, deposta orizzontalmente su un tavolo, colle bobine del campo eccitate mentre l'armatura era nuda. Concentricamente all'armatura era disposta una guida in legno su cui poteva correre un carrello portante il complesso della bobina di esplorazione col relativo motore. Schematicamente la disposizione è indicata in figura 4.

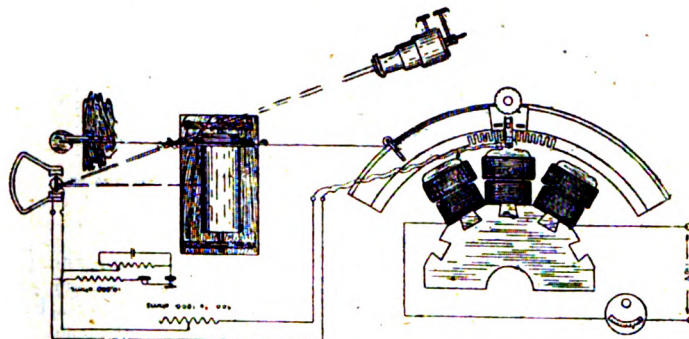



Fig. 4.

Il carrello è spostabile mediante una vite ed una guida dentata fissata sulla guida in legno. La vite ha la testa graduata in modo da poter leggere uno spostamento della bobina di 0,05 del passo dei denti. La bobina va montata in modo da poter essere movibile in qualsiasi piano nell'intraferro. A destra della figura si vede l'apparecchio pel tracciamento delle curve. Il raggio luminoso di un piccolo arco viene riflesso dallo specchio dell'amperometro da un largo tamburo. Al carro mobile che porta la bobina di esplorazione è attaccato un filo il quale mediante puleggine è costretto a seguire la curvatura della guida di legno, il filo gira poi sulla puleggia annessa al tamburo e viene teso da un contrappeso; in tal modo la rotazione del tamburo è funzione della posizione della bobina di esplorazione.

L'amperometro è connesso alla bobina ma anche ad un secondo circuito in parallelo manovrabile con un tasto: esso serve per marcare punti speciali della curva producendo una piccola deflessione quando il contatto è chiuso.

Le figure 5 e 6 danno un'idea dei risultati ottenuti dall'autore. La figura 5 mostra una serie di curve di distribuzione del flusso nell'intraferro di un polo, ottenute con gradi diversi di saturazione del nucleo, tenendo la bobina vicina alla faccia dell'armatura dell'indotto. La punteggiatura indica la posizione dei centri dei denti, e fu ottenuta per mezzo del tasto del circuito ausiliario. La linea di zero fu ottenuta con una seconda rotazione del tamburo dopo avere staccato la bobina di esplorazione.

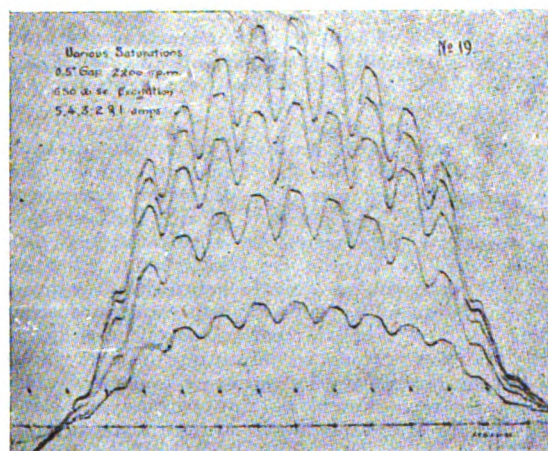



Fig. 5.

La figura 6 dimostra come varia la distribuzione del flusso nell'intraferro a seconda della lontananza dal nucleo induttore.

L'intraferro era stato appositamente aumentato per fare la misura. Nella figura le varie curve hanno le rispettive linee di base spostate per evitare la sovrapposizione delle curve.

I diagrammi vengono direttamente tracciati dal raggio luminoso su un foglio di carta fotografica sensibile avvolto sul tamburo. L'autore

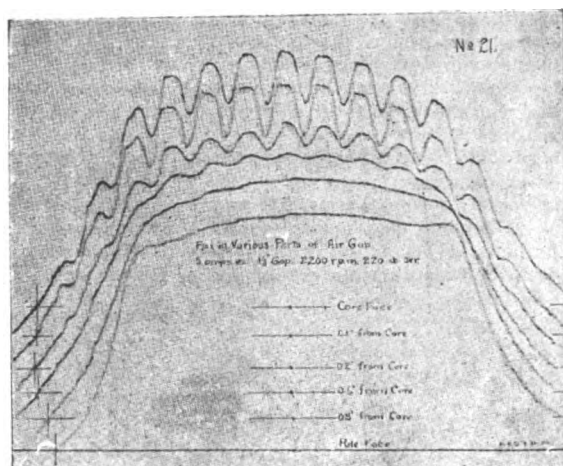



Fig. 6

consiglia come le più utili le carte lente al clorobromuro che permettono di operare senza camera oscura, bastando attenuare un poco la luce con dei tendaggi. Con una velocità di spostamento della bobina di circa 60 cm al minuto si ottiene una esposizione sufficiente.

Riesce difficile stabilire con esattezza la approssimazione ottenibile con questo metodo, dato il gran numero di elementi che vi concorrono. Tuttavia l'autore crede di poter contare su una approssimazione del 2% e forse anche del 1%; migliore quindi di quella ottenibile con altri metodi. La velocità più adatta di rotazione della bobina è di 1800 a 2500 giri al minuto.

Un gran merito del metodo è quello della celerità dei risultati. Ad esempio la figura 5 fu ottenuta in dieci minuti, comprese le operazioni preliminari.

L'autore dà anche alcuni consigli per migliorare il suo metodo: usare collettore e spazzole d'argento; ridurre le dimensioni dell'apparecchio e specialmente del motore in modo che sia manovrabile a mano senza bisogno del carrello e della guida; sostituire la lampada ad arco con una ad incandescenza. In tal modo l'apparecchio diviene facilmente trasportabile e può servire per studiare la distribuzione del flusso su qualunque macchina in posto.

R. S. N.

★ ★

RADIOTELEGRAFIA E RADIOTELEFONIA.

A. MEISSNER e K. W. WAGNER. — **Eliminazione delle armoniche superiori nelle stazioni r. t. trasmittenti.** (Sc. Abs. B., agosto 1920, vol. XXIII, n. 760, pag. 395 e Jahrb. d. Drahtl. Tel., marzo 1920, vol. XV, pag. 200).

E' noto che tutti i sistemi generatori di oscillazioni elettriche persistenti, oltre a quelle dovute alla loro frequenza naturale, danno luogo d'ordinario ad oscillazioni armoniche di ordine superiore, le quali sono spesso assai sensibili nei generatori ad arco Poulsen. Nei raddoppiatori di frequenza codeste armoniche vengono prodotte dalle deformazioni della curva di corrente dei trasformatori, e teoricamente è possibile ottenere in questo caso sia le armoniche di ordine pari, sia quelle di ordine dispari. Le intensità delle armoniche generate dai raddoppiatori sono così deboli in confronto a quella dell'onda fondamentale, che esse non riescono ad influenzare neppure un ondametro il quale si trovi in prossimità della stazione trasmittente, e fino a poco tempo fa non recavano disturbi di sorta neppure alle stazioni riceventi. Ma l'adozione di generatori ad onde persistenti di lunghezza inferiore ai 2000 m hanno dato rilievo ai disturbi, che anche le armoniche deboli possono provocare, specialmente con i ricevitori a eterodina, il cui uso va sempre più generalizzandosi e che amplificano i segnali deboli in misura assai maggiore che non quelli già forti. Fu per questo che gli AA. si prefissero di fare esperimenti intesi ad eliminare codeste armoniche, ed il presente articolo ha per iscopo la descrizione di tali esperimenti ed il riassunto dei risultati ottenuti.

Le più importanti esperienze furono eseguite nella stazione di Nauen. Per mettere in evidenza le armoniche superiori nell'ondametro, l'antenna viene accoppiata molto strettamente ad un circuito oscillatorio a smorzamento debolissimo ($\delta = 0{,}004$). Questo agisce a sua volta su un circuito aperiodico che contiene un amperometro termico e può essere direttamente influenzato dall'antenna attraverso un altro accoppiamento regolabile. Si possono così disporre le cose in modo da render nulla l'azione della fondamentale sul circuito aperiodico e rilevare la potenza delle armoniche per le quali è sintonizzato il circuito oscillatorio. Le armoniche osservate furono le seguenti: 1,5 f; 2 f; 2,5 f; 3 f; 4 f; 5 f; 6 f; 7 f e 9 f, essendo l'onda fondamentale di 12 600 m. Le stazioni riceventi utilizzate in questa ricerca erano situate entro un raggio variabile fra i 4 ed i 200 km, ed esse percepirono anche le armoniche 8 f; 10 f; 12 f; 14 f e 18 f. La ricezione a eterodina non consente di poter fare il confronto delle potenze delle diverse armoniche, poichè, come fu già notato, i segnali deboli vengono rinforzati in proporzioni incomparabilmente superiori che non i forti. Per le ricezioni furono adoperati i dispositivi con rivelatore e galvanometro a riflessione; amplificatori a 7 stadi di amplificazione connessi con rivelatore oppure con istrumenti a corrente continua; eterodina; amplificatori telefonici a 4 stadi collegati ad istrumenti a corrente continua; e di tutti codesti circuiti riceventi vennero rilevati i pregi ed i difetti.

La potenza delle più forti armoniche misurata a Nauen coi sopraindicati ondametri equilibrati non oltrepassò il 2 o 3 per mille di quella della frequenza fondamentale; infatti, attribuendo a questa il valore 10 000 le potenze delle armoniche 1,5 f; 2 f; 2,5 f; 3 f; 6 f; 7 f; 9 f furono trovate rispettivamente 22,2; 22; 0,05; 17,8; 11; 0,44 e 0,05. Le ampiezze delle armoniche degli ordini superiori a quelli indicati non poterono essere misurate. Tuttavia si constatò che i ricevitori a eterodina portavano l'udibilità delle armoniche fino ad 1/5 o un decimo dell'udibilità della fondamentale.

Per eliminare le armoniche vennero sperimentati due metodi: il primo consiste essenzialmente nel derivare fra gli estremi del secondario dell'ultimo trasformatore di frequenza alcuni circuiti ognuno dei quali presenta, per una data armonica, una impedenza molto bassa in confronto di quella che offre l'antenna per la stessa armonica. A tale intento vennero provati vari tipi di circuiti, e finalmente la soluzione adottata consisteva nel derivare fra i capi del secondario dell'ultimo trasformatore due circuiti, costituiti ognuno di una induttanza e di un condensatore in serie e sintonizzati per le armoniche più basse (8400 e 6300 m) ed ancora un condensatore di grande capacità la cui funzione era quella di assorbire le armoniche superiori. Inoltre per impedire che codesto condensatore si appropriasse una parte della corrente della frequenza fondamentale si aggiungeva, in derivazione sulle armature di esso, una autoinduzione tale da costituire un circuito chiuso in risonanza per la frequenza stessa; e l'insieme così fatto funzionava quindi da impedenza elevatissima per quella frequenza. Tale dispositivo eliminava le armoniche al di sotto dei 6300 m e nel medesimo tempo riduceva ad un decimo o ad un centesimo, del loro valore iniziale, le intensità di quelle di 6300 e di 8400. Le misure corrispondenti furono fatte in una stazione, posta alla distanza di 30 km, col metodo dell'amplificatore ad eterodina con resistenza in parallelo.

Il secondo procedimento consiste nell'inserire fra l'antenna e l'ultimo trasformatore, delle autoinduzioni in serie e dei condensatori in parallelo, disposti in modo che la lunghezza d'onda naturale di una maglia della catena così ottenuta cada fra l'onda fondamentale e la prima armonica. Questo dispositivo ha, al pari di quello di Pupin, la proprietà di arrestare le correnti di frequenza più elevata di quella corrispondente all'onda naturale del dispositivo stesso, laddove le correnti a frequenza più bassa vi passano liberamente e non rimangono che leggermente smorzate. Le esperienze con questo secondo apparato furono eseguite in una stazione della *Siemens-Halske* avente una lunghezza d'onda fondamentale di 7900 m ottenuta per mezzo di due successivi raddoppiamenti: si osservò che, quando si aumentava l'eccitazione della macchina, le intensità delle armoniche crescevano più rapidamente della corrente di antenna, ma le intensità delle diverse armoniche aumentavano in eguali proporzioni. Le osservazioni vennero fatte in una stazione ricevente con valvola, eterodina ed amplificatore, ed esse dimostrarono che l'udibilità dell'armonica più bassa veniva ridotta al 4% del suo valore iniziale, quella dell'armonica di frequenza doppia all'1% e le udibilità delle altre armoniche a qualche millesimo, o a zero. Il dispositivo di cui si parla non essendo basato sulla risonanza, è, entro estesi limiti, indipendente dalla frequenza, dimodochè le piccole variazioni nella velocità dell'alternatore non esercitano influenza apprezzabile sulla eliminazione delle armoniche.

A. Me.

:: :: :: CRONACA :: :: ::

ELETTROFISICA.

Dielettrici polarizzati permanentemente. — Il fisico giapponese *M. Eguchi*, che si occupa da tempo di studi sui dielettrici, è riuscito a produrre saggi di materiali dielettrici, polarizzati permanentemente. Egli si è servito a tal fine di dielettrici compositi, avendo rilevato che questi si comportano spesso assai diversamente dai singoli componenti di cui sono costituiti. Per esempio, nè la cera (amorfa), nè la resina (cristallina), portate allo stato di fusione, e poi lasciate solidificare in un intenso campo elettrico, appariscono poi permanentemente polarizzate. Per contro, mescolate e fuse insieme danno luogo a saggi energicamente polarizzati, che l'Eguchi per analogia coi « magneti » propone di chiamare « elettrèti ». La proprietà è estesa a tutta la massa, perchè fondendo o asportando o neutralizzando lo strato superficiale, il momento elettrico del saggio permane, e presenta una stabilità paragonabile a quella dei magneti.

L'Eguchi spiega ingegnosamente il fenomeno, attribuendolo a cristalli piezoelettrici. Quando due materiali, l'uno amorfo e l'altro cristallino, mescolati insieme, tendono a solidificarsi in un campo elettrico, i cristalli del secondo tendono a orientarsi con il loro asse di massima polarizzazione nella direzione del campo. Se, per di più, i cristalli sono piezoelettrici, essi cedono al campo elettrico, si deformano meccanicamente e risultano elettricamente caricati. Quando poi, dopo la solidificazione, il campo esterno è eliminato, la cera amorfa, che imprigiona i cristalli di resina, ne mantiene la deformazione e quindi anche la carica, impedendo loro di tornare alle dimensioni naturali, e provocando così la comparsa della polarizzazione permanente.

MATERIALI.

L'Alluminio nell'industria elettrica. — In Francia una commissione, nominata dall'Unione dei Sindacati dell'Elettricità, e composta di eminenti personalità del mondo tecnico, ebbe l'incarico di studiare esaurientemente il problema della sostituzione dell'alluminio al rame, il quale ultimo ha finora tenuto senza contrasto il campo nelle applicazioni industriali dell'elettricità.

I membri di codesto consesso elaborarono diverse interessanti relazioni sui varii rami della tecnica elettrica, e queste apparvero come separati supplementi alla R. G. C. dal luglio 1919 al luglio 1920. La R. G. des Sc. (30-VII-1920 N.° 14) pubblica un riassunto delle esperienze, osservazioni e studi, seguito da considerazioni, sulla necessità di eliminare nella più larga misura possibile il rame, del quale la Francia è debitrice all'estero, per sostituirlo coll'alluminio che può essere estratto in abbondanza dai territori della Repubblica.

Intanto uno degli argomenti principali che incoraggia all'adozione dell'alluminio è il suo peso specifico che, per essere molto inferiore a quello del rame, consentirebbe una riduzione nei pesi del materiale elettrico, riduzione variabile fra il 30 e il 50% secondo che lo s'impieghi a volume eguale, oppure si abbia di mira uno stesso riscaldamento per il passaggio della stessa intensità di corrente, o finalmente una stessa resistenza elettrica. In ogni caso ne risulta una diminuzione di spesa, sensibile sempre, ma bene spesso anche ragguardevole.

E poichè nell'industria non si trova alluminio chimicamente puro, sono state determinate anche le percentuali di ferro e silicio, che possono essere tollerate, stabilendo che l'alluminio, detto al 99%, con piccolissime quantità di ferro (intorno all'1%) e di silicio, e tracce di ossigeno, è atto a soddisfare a tutte le esigenze delle applicazioni industriali, purchè sia completamente scevro da apprezzabili tracce di sodio.

Uno dei relatori il Dusaugey, in vista dell'urgente e poderoso lavoro della ricostruzione completa delle reti di distribuzione nelle regioni invase e devastate durante la guerra mondiale, ha compiuto uno speciale studio sulle linee aeree in alluminio, sulle palificazioni che loro convengono, sulle freccie da darsi alle catenarie in rapporto al carico di rottura (minore che per il rame), alla opportunità d'impiego del conduttore bimetallico, cioè in alluminio con anima di acciaio il cui maggior peso, valutato dell'8 o 10%, consente in compenso, l'impiego di pali più bassi, quindi più leggeri, giacchè non impone le catenarie a grandi frecce come richiederebbero i conduttori di semplice alluminio.

Egli dà inoltre le norme generali per la posa dei conduttori in alluminio ed ha determinato una serie di tabelle di frecce e di tensioni meccaniche, per conduttori multipli a 7 ed a 19 fili elementari, di sezioni utili varianti dai 22 ai 343 mm²; con campate da 20 a 300 m; per temperature da — 10 a + 45° e per coefficienti di sicurezza 3, 5 e 10. Su questi dati si sono già impiantate alcune centinaia di chilometri di linee nelle regioni devastate e l'esperienza ha confermato le previsioni del relatore, mentre si è riconosciuto che la posa delle linee è grandemente facilitata dalla leggerezza dell'alluminio. Il Dusaugey cita inoltre parecchi esempi di linee esistenti in Francia, alcune delle quali sostengono la prova del tempo e dei climi più variabili fino dal 1903, e dimostrano quanto sia erroneo il preconcetto della fragilità dell'alluminio. Pur mettendo in evidenza la superiorità di questo metallo sul rame, dal punto di vista economico, lo stesso relatore non nasconde il lato debole dell'alluminio, consistente nella sua minore resistenza agli sforzi meccanici, la quale obbliga ad abbandonare l'uso di fili semplici sostituendoli con conduttori multipli a fili elementari sottoposti al massimo incrudimento mediante trafilatura.

Il V° allegato alla relazione del Dusaugey è un'ampia raccolta di dati comparativi fra l'alluminio, il rame ed il bimetallico alluminio-acciaio, i quali dati non solo riguardano i coefficienti di sicurezza, di temperatura e di portata, ma eziandio tutte le loro diverse proprietà meccaniche ed elettriche. Le osservazioni sui conduttori bimetallici vennero fatte sui cavi multipli a 7 ed a 37 fili elementari: nei primi il filo centrale era in acciaio e la sezione utile dell'alluminio uguale a 6 volte quella dell'acciaio; in quelli a 37 fili l'anima era costituita da 7 fili di acciaio mentre la sezione utile dell'alluminio era 4,28 volte quella dell'acciaio. Le sezioni variavano da 12.36 a 102 mm² pei bimetallici a 7 fili e da 148 a 423 mm² per quelli a 37: le campate da 30 a 300 m.

L'A. dimostra che il conduttore bimetallico, a parità di sezione, pesa dal 15 al 20% meno di quello di rame, può sopportare senza strapparsi un carico dal 16 al 35% superiore a quello del rame, e la percentuale del suo carico di elasticità varia nelle medesime proporzioni. Perciò a questo tipo di conduttore sarebbe riservato il più vasto campo di applicazioni, specialmente nel trasporto di potenze molto elevate a grandi distanze, ed è molto prossimo il giorno in cui lo si vedrà in opera su linee progettate per una tensione di 120 000 V.

Sull'impiego dell'alluminio pei conduttori isolati ed armati è stato fatto uno studio assai diligente da Grosselin e Peridier, i quali hanno concluso che, mentre dal punto di vista tecnico nulla impedirebbe di sostituirlo al rame, dal punto di vista economico non si possono trarre conseguenze decisive, perchè il volume nei conduttori di alluminio, essendo maggiore che in quelli di rame, si richiede una quantità maggiore di materie isolanti e protettrici (piombo, armature ecc.), onde la preferenza è subordinata al costo di queste. E' da notarsi per altro che, ai prezzi correnti prima della guerra, la Compagnia Generale degli Omnibus di Parigi, usando alluminio invece di rame, aveva realizzato una economia del 15%. Circa la possibilità d'impiego dell'alluminio negl'impianti domestici di luce la Commissione ha urtato contro la stessa difficoltà, e per quanto il costo dell'alluminio sia inferiore a quello del rame, tuttavia data la spesa per gl'isolanti la quale aumenta col diametro del filo, è dubbio che una possibile economia riesca a compensare la difficoltà delle molteplici derivazioni necessarie in una installazione interna.

Il relatore Drouin, nel trattare il problema dei quadri e degli altri accessori, dopo aver constatato che la oramai lunga pratica fornisce indicazioni precise circa i provvedimenti da adottare, soggiunge che in questo caso il solo coefficiente riscaldamento entra in giuoco; e dato che per una medesima sbarra la sezione dell'alluminio non è che 1,25 volte quella del rame, il rapporto da 38 a 100 dei rispettivi pesi esime dal dimostrare il vantaggio economico che ne scaturisce.

Per le piccole applicazioni Zetter, nel suo studio sui pezzi fusi e sagomati in alluminio, ha riferito che essi sono già entrati nell'uso corrente e quindi non potranno che diffondersi sempre più. Gli zoccoli (volgarmente detti *virole*) da lampade in alluminio delle stazioni aeree della Metropolitana di Parigi resistono perfettamente all'azione dell'aria.

Legrand ha infine compilato una relazione abbondantemente documentata sull'uso che la Compagnia Generale degli Omnibus fa dell'alluminio nelle motrici e nelle vetture rimorchio, specialmente pei quadri di manovra, per le prese di corrente e pei carter.

Riepilogando brevemente i risultati raccolti si vede che per i cavi e fili elettrici, nudi o isolati, l'uso dell'alluminio s'impone, e che (sapendo trarre profitto dall'esperienza) si riuscirà a trovarvi in tutti i casi economia e sicurezza. Altrettanto può dirsi per gl'impianti, ma molte altre questioni di non minore importanza richiamano tuttavia l'attenzione degl'ingegneri: gli organi ed apparati bobinati, i prodotti di minuta manifattura e le prese a trolley. Cosicchè la Francia si ripromette di potere ben presto utilizzare l'alluminio ricavato dal proprio suolo invece del rame, e di emanciparsi in tal guisa da un oneroso tributo all'importazione straniera. *A. Me.*

RADIOTELEGRAFIA E RADIOTELEFONIA.

La radiotelegrafia nell'aeronautica militare americana. — Da una comunicazione fatta dal maggior generale George O. Squier all'American Institute of Electrical Engineers sullo sviluppo dell'aeronautica militare negli Stati Uniti, fino alla data dell'armistizio, riportiamo le seguenti notizie circa l'impiego della radiotelegrafia in questo importantissimo servizio.

Appena gli Stati Uniti presero parte alla guerra, risultò evidente la necessità di provvedere grandi quantità di valvole termoioniche per soddisfare alle crescenti richieste di radiocomunicazioni. Risultò del pari evidente che le condizioni del loro impiego richiedevano grande robustezza meccanica, regolarità di funzionamento, anche con fortissime vibrazioni ed uniformità di costruzione sufficiente per rendere possibile l'assoluta permutabilità delle valvole negli apparecchi, senza necessità di ripetere la regolazione. A queste condizioni si deve aggiungere il minimo volume compatibile col sicuro funzionamento. Quantunque la costruzione di queste valvole, col loro complicato e delicato sistema metallico racchiuso in un vuoto quasi perfetto, abbia presentato gravissime difficoltà, quando dovette essere fatta non in laboratorio su pochi esemplari e con personale specializzato, ma a migliaia di esemplari e con metodi industriali, fu possibile ottenere negli Stati Uniti una produzione di valvole di ottima qualità e perfettamente standardizzate notevolmente superiore ad un milione all'anno e tale produzione avrebbe

potuto essere moltiplicata in breve tempo. Ciò, mentre prima della guerra la produzione totale non eccedeva tre o quattrocento esemplari la settimana per l'impiego, come ripetitori, sulle linee telefoniche e come detector e amplificatori nei laboratori e nelle stazioni radiotelegrafiche.

Come un esempio delle difficoltà incontrate nella produzione su grande scala, si può menzionare quella del vuoto. Il grado di vuoto necessario è tale che richiede metodi speciali per ottenerlo. Oltre al riscaldamento delle valvole in forni elettrici, occorre riscaldare i loro elementi con processi elettrici speciali. Per far fronte alla produzione richiesta occorre un grandissimo numero di pompe ad altissimo vuoto. Inoltre, occorre un trattamento speciale delle parti metalliche prima del loro montaggio, per ridurre la quantità di gas liberati da esse durante il processo di esaurimento per ottenere il vuoto.

Un altro problema è quello di ottenere la perfetta uniformità nella complessa struttura metallica di tutte le valvole, per assicurare l'identità delle proprietà elettriche. Come indice del progresso in questo senso, si può rilevare che una ditta si è attrezzata per costruire su grande scala un determinato modello di valvola in cui la distanza fra filamento e griglia è di soli mm 0,76, con una tolleranza naturalmente di pochi centesimi di millimetro.

La fabbricazione in grande richiede inoltre un accurato collaudo, e quindi occorre stabilire le condizioni a cui le valvole devono soddisfare, concretare i metodi di collaudo e di verifica, e formare il personale e l'attrezzamento nelle varie fabbriche in modo che, dopo il collaudo, tutte le valvole risultino uniformi e permutabili. Tutti questi problemi furono studiati e risolti dagli ingegneri del Signal Corps.

Le valvole studiate dal Signal Corps si possono dividere in due classi generali: quelle con filamento di tungsteno e quelle con filamento rivestito di ossidi (catodo di Wehnelt). Le valvole a filamento rivestito sono risultate finora superiori a quelle col filamento di tungsteno per gli usi del Signal Corps. Ambedue le classi sono state standardizzate per quanto riguarda il supporto, le dimensioni esterne, la corrente e la tensione del filamento, la tensione della lamina, e il potere amplificatore e rivelatore. Salvo alcuni casi speciali, il Signal Corps impiega due tipi di valvole; uno per la trasmissione e l'altro per la ricezione. In Francia e in Inghilterra è stato usato un tipo unico, tanto per la trasmissione quanto per la ricezione, ma l'attuale tendenza inglese è verso l'impiego di valvole differenti per i differenti scopi.

Le valvole a vuoto sono attualmente impiegate per la ricezione delle onde elettriche, per l'amplificazione con radiofrequenza e con audiofrequenza, per la radiotelefonia specialmente col radiofono da aeroplano, per la radiotelegrafia con onde persistenti, per la regolazione della tensione e della corrente nei generatori e per altri svariati scopi. Tuttavia per quanto numerose siano le applicazioni presenti i risultati dello sviluppo dovuto alla guerra hanno dimostrato che le applicazioni delle valvole a vuoto nella radiotelegrafia, nella telefonia e telegrafia ordinaria, e specialmente nell'elettrotecnica in generale, sono ancora al loro inizio. Non v'è dubbio che le valvole a vuoto, nelle loro varie forme e dimensioni, saranno fra pochi anni largamente usate in tutti i campi delle applicazioni elettrotecniche sia industriali sia scientifiche.

Prima dell'aprile 1917 soltanto pochi esperimenti erano stati fatti per trasmettere la parola fra l'aeroplano e il terreno per mezzo della radiotelefonia, e gli apparecchi impiegati erano del tutto rudimentali. Nel maggio 1917 fu stabilito un programma per concretare un complesso radiotelefonico per aeroplano che soddisfacesse a tutte le difficili esigenze del servizio militare, e fosse completamente standardizzato per la produzione su vasta scala. L'attuale radiofono per aeroplano è quindi il risultato di un periodo di intenso lavoro iniziato dopo l'entrata in guerra degli Stati Uniti. Nell'ottobre 1917 fu possibile la conversazione fra aeroplani distanti fra loro 40 km, e furono inviati apparecchi di prova all'esercito in Francia. Il soddisfacente funzionamento di questi apparecchi rese possibile la costituzione e il pratico impiego di squadriglie aeree comandate alla voce, in cui il capo squadriglia dirige, colla parola, tutti i movimenti delle varie unità.

Gli stessi apparecchi potranno avere moltissime altre applicazioni, fra cui la comunicazione fra aeroplani e stazioni a terra, e il comando da terra di uno o più aeroplani.

Gli elementi essenziali del radiofono per aeroplano sono il complesso elettrogeno, il complesso radiotelefonico e l'aereo. Il complesso elettrogeno è costituito da un generatore o corrente continua a doppia tensione, azionato da un motore a vento e munito di un regolatore di tensione a valvole. Il complesso radiotelefonico è costituito da un apparecchio trasmittente e ricevente a valvola con speciali microfoni e telefoni. Una delle principali difficoltà nel concretare questo complesso consiste nella necessità che il microfono sia sensibile alla voce umana senza essere influenzato dai rumori enormemente più intensi del motore dell'aeroplano e del vento. Analogamente la necessità di proteggere da questi rumori le orecchie dell'aviatore, richiede una speciale combinazione di materiali isolanti del suono attorno ai ricevitori telefonici, e tale da poter applicarsi all'interno di un elmetto da aviatore.

L'aereo era originalmente costituito da un cavo flessibile di rame lungo qualche centinaio di metri, svolto dall'aviatore e rimorchiato dall'aeroplano quasi orizzontalmente. Attualmente si impiega un aereo modificato costituito da cavi più corti fissati all'intelaiatura.

L'impiego del radiofono è della massima semplicità, poichè tutte le regolazioni sono fatte prima di lasciare il suolo. La sola manipolazione richiesta dall'aviatore è quella del commutatore, per passare dalla trasmissione alla ricezione.

Poichè il principale impiego delle radiocomunicazioni, durante la guerra, fu la trasmissione di segnali radiotelegrafici dagli aeroplani di osservazione per regolare il tiro delle artiglierie, il Signal Corps ha studiato anche una stazione radiotelegrafica molto compatta per questo scopo. Essa è costituita da tre unità, la prima delle quali è un alternatore da 200 watt a 900 periodi, azionato da un motore a vento, e portante in una scatola applicata al generatore tutti gli elementi del complesso radiotelegrafico, il quale è del tipo a scintilla sincrona con quattro toni di scintilla e nove lunghezze d'onda. Il peso dell'unità completa è di soli dieci chilogrammi, e le dimensioni sono di cm. 15 × 15 × 66. Il motore a vento regola la velocità del generatore entro 4 per cento di 4500 giri al minuto, con velocità del vento compresa fra 100 e 300 km all'ora. Le altre due unità sono costituite da un variometro o bobina di sintonizzazione unito con l'amperometro di aereo, e dall'aereo stesso col relativo verricello. Se si pensa che questa stazione produce tensioni di 30 000 volt o più, si possono immaginare le difficoltà presentate dall'isolamento in così piccolo spazio. Con tale stazione si può comunicare a distanze fino a 160 km.

Uno dei principali problemi della navigazione aerea è quello di una bussola pratica, specialmente per le operazioni di bombardamento notturno. Le bussole magnetiche e giroscopiche hanno finora delle limitazioni che le rendono inapplicabili per la navigazione aerea. L'utilizzazione delle proprietà direttive dei telai o delle bobine per la ricezione dei segnali radiotelegrafici ha permesso di realizzare una radiobussola per aeroplani, la quale dà sicure indicazioni al navigatore aereo, e gli permette di determinare la propria posizione per mezzo di triangolazione, rispetto a due stazioni di riferimento, oppure di volare con un determinato angolo rispetto a una determinata stazione.

L'apparecchio consta di due parti principali: le bobine dell'aereo e l'apparecchio di sintonizzazione e di amplificazione. Le bobine dell'aereo sono montate nella fusoliera dell'aeroplano con opportuna disposizione per la rotazione azimutale. L'amplificatore è sensibilissimo e consiste in un apparecchio a valvola con sei amplificazioni. Una nuova particolarità dell'amplificatore è l'impiego di trasformatori con nucleo di ferro per frequenze di 100 000 periodi. La direzione delle stazioni radiotelegrafiche di riferimento è determinata con sufficiente precisione dalla massima intensità dei segnali. In tal modo la radiobussola costituisce in realtà un occhio radiotelegrafico, per mezzo del quale il navigatore aereo vede uno o più radiofari, i cui segnali caratteristici servono a guidarlo nel suo cammino. Questi radiofari presentano inoltre alcuni vantaggi rispetto ai fari ordinari, in quanto che la loro portata può essere molto maggiore; non sono invisibili di giorno e non sono oscurati dalla nebbia e dal nevischio.

Da quanto precede, si può dedurre che gli apparecchi radiotelegrafici saranno in avvenire necessari sui velivoli, come sono ora sui piroscafi, e che il loro uso aumenterà enormemente l'efficienza dei velivoli per tutti i loro impieghi. *E. C.*

Il sistema Poulsen-Lorenz a Königswusterhausen. — Da un recente articolo di *H. Thurn*, si rilevano alcune notizie sullo sviluppo dato al sistema ad arco Poulsen dalla società Lorenz, ed in particolare sull'impianto della stazione di Königswusterhausen, che appartiene all'amministrazione telegrafica tedesca e segue da vicino, per importanza, le altre due grandi stazioni di Nauen e di Eilvese.

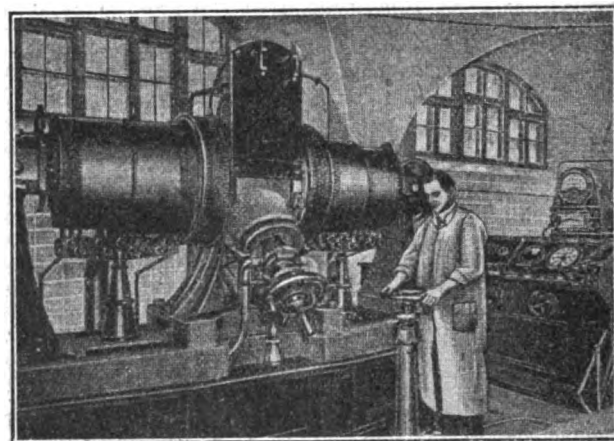



Fig. 1.

La Lorenz sembra avere abbandonato ambedue i sistemi di trasmissione telegrafica, che sono stati usati finora negli impianti Poulsen (¹) ossia quello con cambiamento di lunghezza d'onda mediante chiusura in corto circuito di un tratto dell'induttanza di aereo, ovvero quello della commutazione fra l'aereo di radiazione e un aereo muto equivalente. Ambedue queste soluzioni presentano l'inconveniente di dar luogo a un continuo consumo di energia, anche quando non si emette energia utile (ossia a tasto alzato), e di presentare serie difficoltà nel buon funzionamento delle chiavi, quando si tratta di impianti di gran potenza o si vuol fare trasmissione rapida. Il *Thurn* annuncia, senza fornire alcun particolare, un nuovo sistema ad aumento di smorzamen-

(¹) *L'Elettrotecnica*, 5 marzo 1919, vol. VI, n. 7, pag. 126 e *Pubblicazione* n. 5 *dell'I. E. R. T. della R. Marina.*

to, che viene impiegato a K e permette di ridurre a zero la corrente di aereo, quando il tasto è alzato, riducendo altresì in queste condizioni il consumo di energia alle perdite di marcia a vuoto. Il sistema consentirebbe agevolmente l'uso della telegrafia rapida.

L'atmosfera idrocarburata è creata, al solito, mediante l'uso di alcool; ma il consueto anodo di rame con circolazione d'acqua è sostituito da un elettrodo di carbone, eguale al catodo e animato anch'esso da un movimento di rotazione intorno al proprio asse, con la velocità di tre o quattro giri al minuto primo. I due elettrodi, in vece di essere orizzontali e a 180° uno rispetto all'altro, sono invece inclinati di 45°, così da formare fra loro un angolo di 90°. L'eccitazione del campo magnetico è fatta principalmente in serie, dalla stessa corrente che attraversa l'arco, ma può essere rinforzata mediante un'eccitazione separata. Quanto alla radiotelefonia, il Thurn annuncia, senza dare alcun particolare, che la Lorenz sarebbe riuscita a effettuarla assai vantaggiosamente con l'arco Poulsen, mediante l'aiuto di un nuovo dispositivo di modulazione, il quale permette di agire, con un semplice microfono, su correnti oscillatorie comunque intense, ottenendo una fedele riproduzione della parola.

In fig. 1 è rappresentato un arco Poulsen-Lorenz da 30 kW e 1000 V installato a Königswusterhausen.

TELEGRAFIA, TELEFONIA, SEGNALAZIONI.

Un monotelefono accordabile. — E' noto che la membrana degli ordinari ricevitori telefonici possiede una sua propria frequenza di vibrazione assai poco privilegiata in confronto con le altre, perchè la presenza di cause energiche di smorzamento rende impossibile il manifestarsi di accentuati fenomeni di risonanza. Questa proprietà è vantaggiosa per l'uso ordinario del ricevitore nelle conversazioni telefoniche, nelle quali occorre che non intervenga alcuna azione selettiva da parte del telefono. Ma vi sono altri casi in cui l'uso di un telefono selettivo o monotelefono può riuscire vantaggioso. Fra questi è da citarsi la così detta «telegrafia attraverso il suolo», basata sulla raccolta di correnti di frequenza musicale, disperse nella terra dall'apparato trasmettitore, e largamente usata per le comunicazioni militari nella zona del fuoco. In tale caso un telefono selettivo, accordato per la frequenza del trasmettitore, permette di raggiungere completa indipendenza da altre trasmissioni perturbatrici.

Per soddisfare a tale esigenza, un noto costruttore tedesco, *G. Seibt*, studiò durante la guerra vari tipi di monotelefoni. In uno di essi l'effetto di risonanza è ottenuto, o mediante un tubo sonoro (il che rende tuttavia l'apparecchio poco maneggevole), o mediante l'uso di due membrane accoppiate fra loro dinamicamente dalla breve colonna d'aria interposta. In quest'ultimo caso il conseguimento del perfetto accordo fra le due membrane è assai difficile, e si ha altresì l'inconveniente, proprio dei sistemi accoppiati, della presenza di due frequenze di sintonia. Risultati molto migliori sono stati raggiunti seguendo un altro procedimento, che consiste nel ridurre al minimo la massa propria della membrana, e nel caricarla poi nel mezzo con una massa concentrata. Variando il peso di questa, ovvero la tensione iniziale della membrana, si può variare fra ampi limiti la frequenza propria del monotelefono; mediante ingegnosi dispositivi la regolazione dell'accordo si ottiene semplicemente girando un bottone, che sporge dalla parte posteriore del ricevitore, e con ciò è possibile far variare la frequenza propria dell'apparecchio ad es. fra 450 e 1400.

La prova del grado di selettività, raggiunto con i nuovi ricevitori, è stata fatta adottando con corrente alternata uno di essi, raccogliendo il suono emesso dalla membrana mediante un altro ricevitore non selettivo, e registrando, con l'aiuto di un raddrizzatore e di un galvanometro, la f. e. m. generata dal suono nel secondo ricevitore. La deviazione del galvanometro può esser presa come indice dell'intensità del suono emesso dal monotelefono; e il suo modo di variare al variare della

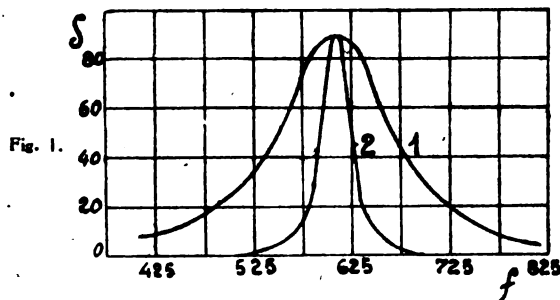



Fig. 1.

frequenza *f* della corrente di alimentazione indica il grado di selettività. La curva che si ottiene presenta la solita forma delle curve di risonanza e, mentre per un ricevitore ordinario ha l'andamento della curva 1 (fig. 1), per un ricevitore del nuovo tipo, accordato per la medesima frequenza 610, ha l'andamento 2.

Naturalmente, con la fine della guerra, la telegrafia attraverso il suolo ha perso ogni importanza, ma il monotelefono resta un apparecchio prezioso per la ricezione radiotelegrafica a nota musicale (che è quella usata ormai in ogni caso, sia per le trasmissioni a scintilla, sia per quelle a onde persistenti col metodo dell'eterodina), oltre che per le misure con corrente alternata, e in genere per tutti quei casi in cui si ha interesse a ricevere una nota pura, nonostante la presenza di armoniche o di altri disturbi.

VARIE.

L'utopia di Lenin — L'elettrificazione dell'industria e dell'agricultura russa. — A complemento di quanto è apparso sui giornali politici crediamo interessante ricavare le seguenti notizie da un articolo di *The Manchester Guardian* del 14 Gennaio scorso.

Nell'ottavo Congresso dei Soviet tenutosi il Natale scorso, Lenin espose il progetto studiato dall'ing. Kshishanowsky per l'elettrificazione dell'industria e dell'agricultura russa. Il progetto ha il fine politico di accentrare quanto più è possibile la produzione della energia, ed il fine tecnico di favorire un rapido risollevarsi della vita industriale ed agricola, permettendo di ovviare alla crisi di combustibile e di mezzi di trasporto.

Nel presentare al Congresso il progetto stesso, Lenin pose in rilievo l'importanza dell'opera dei tecnici, definendo come inizio di una epoca felice questa in cui i congressi dei Soviet saranno occupati non più soltanto da politicanti, ma anche da ingegneri e da agricoltori.

L'industria ha sofferto non tanto per la mancanza di materie prime e di combustibile, quanto per il fatto che i centri industriali erano situati troppo lontani dai centri di produzione delle materie prime e dei combustibili. Il piano di Lenin è ora quello di trasportare i centri industriali presso a quelli di produzione delle materie prime; l'elettrificazione dovrebbe favorire questo piano rendendolo indipendente dalle località di produzione dei combustibili.

Tenendo contò soltanto delle potenze utilizzabili superiori a 10 000 HP, le forze idrauliche della Russia vengono calcolate a circa 20 000 000 di HP, dei quali circa la metà in Siberia, 2,7 milioni nel Caucaso, 3 milioni sul Dnieper, sul Dniester e sul Bug, e il rimanente nella regione di Pietrogrado, della Murmania e del Mar Bianco.

Oltre alle forze idrauliche la Russia ha ricchissime altre sorgenti di energia. La torba è abbondantissima in tutta la Russia. Si calcola che soltanto nella Russia centrale ogni anno si vengano formando 80 milioni di tonnellate di torba. Il progetto dell'ing. Kshishanowski prevede molte grosse centrali termoelettriche funzionanti a torba e trasmettenti l'energia prodotta su un raggio di 400 chilometri.

Un'altro combustibile molto abbondante e che, come la torba, non potrebbe essere trasportato lontano, è la legna. La Russia possiede foreste immense, e la sola produzione annua basterebbe ad assicurare la materia prima per le costruzioni e per la fabbricazione dei mobili, oltrechè per una lunga serie di centrali termoelettriche, pur lasciando una larga disponibilità per l'esportazione. Vi sono poi gli olii, enormi quantità dei quali sono consumati nel sud della Russia per illuminazione o per riscaldamento. Secondo l'ing. Kshishanowski tutta la nafta dovrebbe essere convertita in energia elettrica la quale darebbe poi l'illuminazione ed il riscaldamento.

Devesi anche notare che sono stati fatti recenti esperimenti con esito favorevole con schisti bituminosi, ed una o due delle Centrali progettate dovrebbero funzionare con questo nuovo combustibile. Presso Samara una grossa Centrale funziona a mezzo di emanazioni di gas infiammabili.

L'elettrificazione dovrebbe prima di tutto imprimere nuovo vigore all'agricultura. Su 21 000 milioni di ettari coltivabili, soltanto 1300 milioni sono attualmente coltivati; solamente l'elettrificazione potrà permettere di arare i rimanenti. Altri 300 milioni di ettari sono paludosi e potranno essere bonificati servendosi dell'energia elettrica, trasformandoli in pascoli.

Il progetto Kshishanowski contempla anche i grandi vantaggi che ne ricaverebbe l'industria mineraria, potendosi mediante l'energia disponibile triplicare la produzione colla stessa mano d'opera. L'elettrificazione delle ferrovie sopprimerebbe il gravissimo ostacolo delle distanze. Tutta una rete di canali, e di lavori di ampliamento di corsi d'acqua è prevista.

Quando l'agricoltura o l'industria russa fossero interamente elettrificate, la Russia produrrebbe tre volte tanto combustibile, materie prime e commestibili, di quello che sia il consumo di tutta l'Europa.

Quanto all'esecuzione pratica del progetto, il Kshishanowski dà soltanto uno schema delle centrali progettate e l'ordine in cui dovrebbero essere erette.

Prima di tutto dovrebbe essere elettrificato il bacino del Donetz. Quattro grandi Centrali funzionerebbero col carbone delle miniere del Donetz; inoltre vi sarebbero due Centrali idroelettriche, una a Alexandrovsk sul Dnieper ed una a Ekaterinodar sul Kuban. Per la Centrale di Alexandrovsk è progettato l'innalzamento del livello delle acque del Dnieper fino a sommergere le rapide del fiume stesso; sarebbe questa la più grande Centrale della Russia, potendo raggiungere la potenza di 800 000 HP.

Attualmente sono in costruzione tre centrali. Due sono nella regione industriale di Mosca (funzionanti una a carbone ed una a torba), e la terza, una grossa Centrale idraulica, presso Pietrogrado.

Il fatto di aver potuto erigere la Centrale di Mosca senza alcun aiuto straniero è citato come prova della capacità della Russia ad attuare il suo piano senza concorso straniero. Il costo totale è preventivato in 17 miliardi di rubli d'oro, vale a dire dieci volte la riserva d'oro della Russia prima della guerra. Tuttavia Lenin e Kshishanowski assicurano che anche senza l'aiuto dell'Europa l'impresa sarà completata entro 10 anni. Per la parte economica Lenin aggiunge che « Le concessioni frutteranno i capitali per l'elettrificazione ».

R. S. N.

*

L'industria elettrotecnica nella Russia dei Soviet. (E. T. Z., 30 dicembre 1920). — La « Pravda » dà le seguenti notizie circa le condizioni della industria elettrotecnica nella Russia dei Soviet, prodotte principalmente dalla mancanza di mano d'opera. Questa industria che occupava precedentemente 30 000 operai, ne impiega ora 6000. In Pietroburgo ne occupava prima 13 000 ed ora 1900, dei quali soltanto da 10 a 20% sono gli operai qualificati, mentre prima erano fino al 75%. La potenza delle macchine costruite annualmente dalle officine Siemens-Schuckert da 0,140 milioni di kW è scesa a 6000 kW; la quantità di rame lavorato annualmente nella fabbrica di cavi è scesa da 0,210 milioni di pud a 25 000 pud. La fabbrica Siemens-Halske che poteva prima costruire 7500 macchine Morse all'anno, ne può costruire ora soltanto 150; gli apparecchi di misura, il materiale radiotelegrafico e gli altri articoli di elettrotecnica non si costruiscono più affatto. La fabbrica Erikson che nel 1916 costruì circa 10 000 apparecchi telefonici, ne può costruire ora soltanto 250. Disastrose sono le condizioni della rete telegrafica e telefonica, la quale ultima nel circondario di Peterhof, a causa dei guasti, non funziona più da varie settimane, e non può essere riparata per mancanza di materiali e di personale. Il governo del Soviet si sforza per ottenere la mano d'opera occorrente per mezzo di decreti.

E. C.

:: NOTE ECONOMICHE E FINANZIARIE ::

Bilanci e dividendi.

Società Idroelettrica dell'Ossola — Milano — Cap. L. 630.000. Ha chiuso il bilancio 1920 con un utile netto di L. 60.116,72. Il patrimonio della Società è valutato a L. 795.458,38.

Aumenti e riduzioni di capitale.

— La *Società Tramvie Elettriche Bresciane* ha aumentato il proprio capitale da L. 300 000 a L. 12 000 000 per addivenire al completamento ed alla trasformazione dell'esercizio delle tramvie bresciane sinora tenute dalla Soc. Elettrica Bresciana.

— La *Società Idroelettrica del Fasanella* — Ottati — porta a L. 500 000 il capitale sociale.

— La *Società Romana di Elettricità* — Roma — aumenta il capitale sociale da L. 6 000 000 a L. 30 000 000 mediante l'emissione di 120 000 nuove azioni da L. 200 ciascuna.

— La *Società Elettrica ed Elettrochimica del Caffaro* porta il capitale sociale da L. 8 000 000 a L. 12 000 000.

— La *Soc. An. G. Guarnieri* di Milano ha aumentato il capitale sociale da L. 500 000 a L. 2 000 000 mediante l'emissione di n. 15 000 azioni nuove.

— La *Società Elettrica Interprovinciale di Verona* porta il capitale da L. 3 000 000 a L. 15 000 000.

— La *Società Idroelettrica Ligure* di Spezia in seguito alle risultanze del bilancio ha deciso di svalutare il capitale da lire 14 910 000 a L. 7 455 000 riducendo il valore nominale delle azioni. In un secondo tempo porterà a L. 25 000 000 detto capitale sociale.

— Il giorno 8 genn. gli azionisti della *Società Adriatica di Elettricità* hanno approvato all'unanimità la proposta di aumento del capitale sociale da L. 60 milioni a 100 milioni, mediante emissione di 400 000 azioni delle quali 300 000 verranno offerte in opzione agli azionisti in ragione di un'azione ogni due vecchie possedute.

— In seconda convocazione l'assemblea degli azionisti della *Società Italiana di Elettrochimica* ha approvata la seguente assegnazione degli utili: per L. 600 000 ad ammortamenti ordinari; per L. 1 155 000 agli azionisti in ragione di L. 7 70 per azione; per L. 129 025 al Consiglio di Amministrazione e per L. 8187 a conto nuovo.

E' stato inoltre approvato l'aumento del capitale sociale a lire 21 000 000 mediante l'emissione di 150 000 nuove azioni da offrirsi alla pari, una nuova contro una vecchia.

*

La rivista *L'Economista* di Roma, in un prossimo fascicolo pubblicherà i numeri indici computati dal prof. Riccardo Bachi rispetto al prezzo delle azioni delle principali società anonime nelle borse italiane per il decorso mese di gennaio 1921. Tali indici si riferiscono alle quotazioni di borsa per 125 società aventi complessivamente un capitale di 6382 milioni.

Prendendo come base (100) il prezzo praticato nel dicembre 1918, all'indomani dell'armistizio, l'indice generale pel gennaio 1921 è sceso a 75,08 e segna, cioè una svalutazione del 25%. Fra i vari gruppi di società presentano indici elevati le tessili (cotone 133 1/2, Juta 133, lana 102 1/2, lino 129 1/2, seta 154 1/2, le società varie (124 3/4), le saccarifere (103), le alimentari varie (106); mentre assai bassi sono gli indici per le siderurgiche (41,40), le meccaniche (50 1/2), le automobilistiche (59), le ex ferroviarie (55), i trasporti terrestri (70 3/4), i marittimi (72 2/3), le miniere (71 3/4), le chimiche (75 1/3), e le elettriche (68). Fra il dicembre 1920 e il gennaio 1921 l'indice complessivo segnò un ribasso del 5 1/2%.

Estero.

— L'*Allgemeine Elektricitäts Gesellschaft* che poco tempo fa aumentava il proprio capitale con la creazione di 250 milioni di marchi di azioni di preferenza 6%, si prepara ora a realizzare altra operazione cioè l'emissione di altri 250 milioni di marchi di azioni di preferenza 5%.

— La *Compagnia Italo-Argentina di Elettricità* di Buenos Ayres ha costituito la « Compagnia General de Combustibles » di Buenos Ayres col capitale di 3 milioni di pesos.

— La *Osram* creata dalla fusione delle fabbriche delle lampade ad incandescenza di A. E. G. Siemens e Halske e Auer annunzia un utile disponibile di 27 milioni. La Società aumenterà ancora il capitale a 120 milioni, per l'interessenza da assumere nella vetreria di Lausitz; creando inoltre 70 milioni di obbligazioni ipotecarie 5% che sono state assunte da un gruppo di banche.

— *Columbus*, Società An. per Imprese Elettriche, Baden (Svizzera) — Capitale frs. 30 000 000. — Il 22 dicembre scorso ebbe luogo a Zurigo l'assemblea generale ordinaria di questa Società, nella quale il capitale italiano è largamente rappresentato.

Vi fu ancora constatato il florido sviluppo della « Compagnia Italo Argentina de Electricidad » di Buenos Ayres, nella quale la « Columbus » è principalmente interessata.

L'incremento delle utenze nell'anno sociale dal 1° Luglio 1919 al 30 giugno 1920 risulta da quanto segue:

1919: Utenti 25 000; kW installati 67 000; Introiti frs. svizzeri 14 000 000;

1920: Utenti 28 000: kW installati 76 000; Introiti frs. svizzeri 17 500 000.

Fu approvata la proposta del Consiglio di amministrazione di distribuire un dividendo di 8% tanto alle azioni serie *A* quanto alle azioni serie *B* (contro 7% nello scorso anno).

Furono rieletti i Consiglieri scadenti signori Brupbacher, Dotzheimer, Feltrinelli, Gruebler, sen. Pirelli e dott. A. Pirelli; si elessero come nuovi membri del Consiglio i signori H. Heer e comm. dott. G. Zuccoli.

Si approvò il trasferimento della Sede sociale a Baden.

Costituzioni.

— Si è costituita recentemente la *Società Forze Idrauliche Valle Antrona* con sede in Antrona Piana (Novara) col capitale di L. 1 000 000 diviso in n. 2000 azioni da L. 500 ciascuna.

— Si è costituita la *Società Idroelettrica Valsele* — Oliveto Citra — per l'utilizzazione dell'energia prodotta mediante la derivazione delle acque del fiume Inceglia. Il capitale è di L. 1 000 000.

— A rogito del notaio Ponzani si è costituita la *Soc. An. Imprese Forniture Elettriche ing. Beretta* col capitale di L. 300 000 in 3000 azioni da L. 100 ciascuna.

— Si è costituita in Roma la *Società Italiana Rappresentanze Elettriche* (S. I. R. E.) per la rappresentanza ed il commercio delle lampade elettriche, degli apparecchi per riscaldamento ed illuminazione e di quanto può avere attinenza sia diretta che indiretta con l'industria elettrotecnica. Il capitale sociale è di lire 1 000 000.

La *Società Idroelettrica Piemontese Lombarda « Ernesto Breda »* è una anonima costituita a rogito notar. Serina con sede in Milano — e col capitale di 60 milioni — per l'utilizzazione e l'esercizio delle forze motrici in genere, e specialmente per l'esercizio degli impianti sul Lys costruiti durante la guerra dalla Soc. Italiana E. Breda.

*

RASSEGNA ECONOMICA.

Nel fascicolo di Febbraio dell'*Impresa Elettrica*, di imminente pubblicazione, l'Ing. Civita dopo aver riassunto gli ultimi avvenimenti politici, traendo motivo di conforto dai non dubbi segni di resipiscenza manifestati dai più autorevoli ed intelligenti capi socialisti, viene a parlare della campagna che oggi si va facendo contro gli Esercenti imprese elettriche e così prosegue:

Continuano le polemiche contro le Imprese Elettriche da parte di alcuni scrittori amanti più della réclame che della verità. L'accusa oramai è mutata — prima si diceva che esse non avessero fatto nulla durante e dopo la guerra. In seguito alle documentate smentite, si dice che avrebbero dovuto e potuto fare di più, visto l'enorme numero di concessioni idriche richieste, ottenute e non eseguite.

Per coloro che stanno comodamente a scrivere ad un tavolo di redazione, costruire un impianto elettrico è lo stesso che sorbire una tazza di caffè!

Se si oppongono loro le difficoltà finanziarie del momento sorridono. Se si dice loro che in un periodo di prezzi mutabilissimi, chiunque debba affrontare costruzioni basate su materiali nei quali l'influenza del costo del carbone è preponderante, resti molto perplesso, potendo rischiare di spendere oggi il doppio di quello che potrebbe spendere fra 6 mesi o un anno, e perdendo così metà di quel capitale affidato dai risparmiatori alle cure ed alla responsabilità di un direttore di azienda, essi gridano che si è egoisti, antipatrioti, pusillanimi, imperialisti, strozzini, ecc. ecc.

Eppure mai perplessità maggiore ha gravato sui costruttori edilizi e su quelli idroelettrici.

Se oggi il carbone costa ancora circa 300 lire la tonnellata (mentre pochissimi mesi fa costava il doppio o il triplo) lo si deve al cambio. Ora, il cambio con l'America e con l'Inghilterra è esagerato, e non rispondente alla nostra vera situazione finanziaria. E' ridicolo che la lira francese debba avere un potere d'acquisto doppio di quella italiana, e il medio circolante americano quintuplo, e quello inglese più che quadruplo. Tutto ciò è un edificio campato in aria che un giorno o l'altro dovrà crollare, e la sterlina dovrà valere non più di 60 o 70 lire, il dollaro non più di 12 o 13 lire, il franco francese dovrà quasi eguagliarsi alla lira italiana.

Chiunque sappia fare un po' di conti, deve calcolare che in un prossimo avvenire, il carbone scenderà a 200 lire. In conseguenza il costo virtuale del kWh prodotto termicamente potrà aggirarsi in media su L. 0,35. Calcolando l'aliquote di spese di esercizio quali risultano dalle attuali percentuali di spese per il personale, manutenzioni ecc., il costo capitale del kWh idrico non dovrebbe superare L. 1,30 perchè un impianto possa economicamente affrontarsi e ritenersi in condizioni equivalenti di un impianto termico. Siccome però tutti sono abituati a comprare il kWh idrico a molto meno di quello termico, sarebbe oggi assurdo costruire impianti che vengano a costare più di 1 lira per kWh medio utilizzabile.

Con i prezzi attuali dei materiali e della mano d'opera tale cifra si supera notevolmente anche per gli impianti migliori, ma è quasi certo che potrà realizzarsi fra qualche tempo.

La relazione fra il costo del carbone e il costo di costruzione degli impianti idroelettrici è quindi strettissima, e il non volerne tener conto condurrebbe a perdite certe.

Si mettano insieme queste considerazioni con i provvedimenti finanziari Giolitti che hanno tarpato le ali ad ogni iniziativa, al Lodo Labriola che ha rovinate le Imprese elettriche, alla politica fatalista del Governo che ha spaventato i capitalisti italiani ed esteri e poi si giudichi se gli industriali elettrici sono industriali... per burla, o se piuttosto non dimostrano di avere la testa sulle spalle assai più dei facili critici improvvisatori. E' facile rovinare le aziende — il difficile è ricostituirle!

E non sono i mastodontici enti nazionali concepiti dai detti critici che potranno rendere possibili certi miracoli, poichè le difficoltà finanziarie attuali per le Imprese elettriche non dipendono da mancanza di fiducia delle Banche verso i Capi di aziende, o verso le aziende stesse o verso l'industria elettrica, ma dalla valutazione esatta del momento difficile. Più si renderà grande la dimensione delle aziende più le difficoltà cresceranno.

Se in Italia si è commesso da taluni gruppi industriali uno sbaglio economico è stato proprio per la mania di voler esagerare nelle dimensioni degli enti o delle Società. Nel nostro paese ogni azienda dovrebbe avere una sua giusta dimensione, tale da poter essere amministrata, diretta e controllata da una persona. Noi non abbiamo, e forse per il nostro carattere e la nostra mentalità e per difetto di spirito di metodica organizzazione, noi non potremo mai avere la possibilità di ben gestire enti di dimensioni troppo vaste.

Ogni tentativo per raggruppare sotto una unica direzione ed amministrazione tutte le aziende elettriche italiane sarebbe perciò destinato al fallimento più assoluto.

Non parliamo poi del disastro che si verificherebbe se lo Stato dovesse assumere tale direzione!

Tutte le polemiche contro di noi quindi sono da condannarsi perchè, mancanti di ogni e qualsiasi base logica, non hanno altro effetto che di fuorviare le masse dalla retta visione della realtà, e di ancora più disgustare i volenterosi dal fare od i risparmiatori dal collocare i loro denari nelle aziende elettriche.

★

Poco o nulla di interessante da segnalare nell'andamento delle Borse e nel corso dei titoli. Si direbbe che i finanzieri si siano completamente astratti dalla vita pubblica, e che i fenomeni di questa non abbiano avuto ripercussione.

Le quotazioni per i titoli elettrici non presentano grandi variazioni, ma anzi accennano ad una maggior depressione specie per i titoli più in vista. Se non vi fosse stata una ripresa nella Negri, nella Selt e nell'Anglo Romana, dovremmo segnare un indice inferiore a 100!

Che cosa significhi ciò agli effetti degli aumenti dei capitali o del finanziamento degli impianti è facile intuire quando si pensi che ai prezzi della emissione delle azioni elettriche, l'indice si dovrebbe aggirare su 110 o 115 per essere considerato *alla pari*.

Sui cambi si nota una certa tranquillità, ma non è ancora alle viste quel miglioramento sensibile al quale abbiamo il diritto di aspirare per molteplici considerazioni, e principalmente ora che il bilancio Statale, a detta di S. E Giolitti, non avrà più un disavanzo di 16 miliardi ma solo di 4, che la bilancia commerciale va migliorando, che l'estero potrà formarsi la convinzione che l'Italia non è paese da esperimenti bolscevichi, che le nostre difficoltà internazionali si sono risolte.

Qualche diminuzione di prezzi in parecchi generi si comincia a notare. Solo l'alimentazione costa di più e non se ne capisce il motivo, a meno di non volerne dare la colpa al permanere del Commissariato Approvvigionamenti che favorisce indirettamente gli imboscamenti e la speculazione. Ma sembra che ci si stia avviando alla soppressione di questa farraginosa organizzazione di cui non si sa se sia maggiore il male o il bene arrecato al paese.

NORME, LEGGI, DECRETI E REGOLAMENTI

Unificazione francese dei fili e cavi in alluminio.

Riportiamo dalla *Revue Générale de l'Electricité* del 15-1-921 la tabella di unificazione dei fili e cavi in alluminio approvata dal Comité de l'Union des Syndicats de l'Electricité il 7 luglio 1920. Essa comprende 21 tipi di fili e 17 tipi di cavi.

Numero del filo	Diametro in mm.	Sezione in mmq.	Sezione del cavo in mmq. a 7 fili	a 19 fili	a 37 fili	Tolleranze
1	1	0,79				La tolleranza di fabbricazione sul diametro dei fili è stata fissata del 2 per cento corrispondente a una tolleranza del 4 per cento sulle sezioni.
2	1,1	0,95				
3	1,25	1,227				
4	1,4	1,539	10,77			
5	1,6	2,01	14,07			
6	1,8	2,544	17,81			
7	2,0	3,14	21,98			
8	2,25	3,976	27,83			
9	2,5	4,908	34,36			
10	2,8	6,157	43,10	177		
11	3,2	8,04	56,28	152,8		
12	3,6	10,18	71,26	193,5	377	
13	4,0	12,57	88,00	238,55	465	
14	4,5	15,90		302		
15	5,0	19,63				
16	5,6	24,63				
17	6,3	31,17				
18	7,1	39,59				
19	8,0	50,26				
20	9,0	63,62				
21	10,0	78,54				

E. C.

★

Unificazione francese delle sezioni delle sbarre di rame e di alluminio per quadri di distribuzione.

Riportiamo dalla *R. G. E.* del 15-1-21 la tabella di unificazione delle sezioni delle sbarre per quadri di distribuzione approvate dal Comité de l'Union des Syndicats de l'Electricité il 10 novembre 1920. Grazie a questa riduzione del numero di tipi di sbarre per quadri di uso corrente, le trafilerie potranno tenerle tutte in magazzino, assicurando ai costruttori una sollecita fornitura.

Rame						Alluminio					
Base in mm.	Altezza in millimetri					Base in mm.	Altezza in millimetri				
A	1	2	3	5	8	A	1	2	3	5	8
12	×					12	×				
15	×	×				15	×	×			
20		×	×			20		×	×		
25		×	×			25		×	×	×	
35			×	×		35			×	×	×
50			×	×		50				×	×
75			×	×		75				×	×
100			×	×		100				×	×

E. C.

Associazione Elettrotecnica Italiana

Eretta in Ente morale il 3 Febbraio 1910

Notizie delle Sezioni

SEZIONE DI MILANO

La sera di giovedì 24 Marzo u. s. l'Ing. E. THOVEZ di Torino ripetè dinnanzi ad una assemblea discretamente numerosa la comunicazione già svolta a Torino il 4 febbraio u. s. sul *Campo magnetico* (Vedi a pag. 140, 25 febbraio 1921). Egli fu vivamente applaudito e buon numero di colleghi si fermarono a discutere famigliarmente con lui intorno ai concetti svolti.

Prima della comunicazione il Presidente *Rebora*, ricordato l'efferato attentato anarchico della sera precedente, inviava un saluto ed un augurio al Consocio Ing. Merrone, rimasto gravemente ferito, insieme colla Signora, dallo scoppio.

Purtroppo il voto non doveva essere esaudito.

★

Necrologio.

Vittima del nefando attentato al teatro Diana, il giorno 28 Marzo si spegneva a Milano

l' **Ing. SALVATORE MERRONE**

Egli aveva dovuto subire l'amputazione della gamba straziata dalle scheggie, e soccombette all'infezione, mentre le condizioni della Sua Signora, ferita alla testa, rimangono sempre assai gravi.

L'Ing. Merrone, già Direttore della Società Italiana Oerlikon, dopo l'inizio della guerra si era dato all'industria delle lampade ed era attualmente Consigliere Delegato della Fabbrica di lampade Itala.

Non aveva che cinquant'anni.

Ai Congiunti così dolorosamente provati, le nostre più sentite condoglianze.

★

Il 29 Marzo seguirono i funerali, con imponente concorso di colleghi, d'amici, di impiegati e di operai della Fabbrica di Lampade Itala e con grande profusione di fiori.

L'Ing. *Rebora*, quale presidente della Sezione di Milano, pronunciò le seguenti parole:

« L'ondata di barbarie che si è rovesciata sul mondo e tenta sommergere, or quà or là, le pure fonti della vita ha rapito all'amore della famiglia, all'affetto ed alla stima degli amici e dei colleghi l'ing. Salvatore Merrone.

Piangiamo in lui l'uomo dalle doti preclare di cuore, di intelligenza di attività; piangiamo in lui l'amico proditoriamente colpito nel fiore degli anni.

In questo momento sacro agli affetti, non parole tributiamo alla cara memoria di Salvatore Merrone ma raccoglimento profondo di pensiero. E ciascuno, Cittadino della nostra Città o Cittadino di Italia mediti sul turbine che minaccia di travolgere — quale forza bruta — i fiori più belli della vita, gli steli più vivi del nostro giardino, gli alberi più robusti e rigogliosi. Forza bruta che stende ai nostri piedi un deserto senza speranza.

Il tragico episodio che nell'Amico diletto e nella sua gentile compagna ha colpito noi tutti, solca nella nostra mente un segno che non si cancella ed insieme al rimpianto accorato un augurio ci prorompe dall'anima: Torni la calma fede nella vita ed il sacro culto dei vivi e dei morti.

Alla famiglia angosciata vada la calda parola della fraterna solidarietà di tutti i colleghi della Associazione Elettrotecnica Italiana.

Lungi dal tumulto, nella suprema quiete dell'ora solenne piangiamo la memoria dell'amato perduto ».

★

SEZIONE DI TRENTO.

Riassunto del Verbale della riunione generale del 23-1-1921

1. — Viene preletto ed approvato il verbale dell'ultima assemblea.

2. — Il presidente comunica che il numero dei soci è aumentato a 48 individuali ed 11 collettivi; riferisce in merito al locale sociale, agli abbonamenti di periodici e parlando del problema idro-elettrico Trentino domanda se qualcuno abbia da fare delle proposte. Dopo animata discussione si approva la seguente proposta del Signor Ingegnere DOMENICO OSS:

Si incarica la Presidenza di raccogliere tutti i dati imbrometrici e statistici riflettenti i corsi d'acqua trentini.

3. — La quota sociale per la Sezione viene fissata a Lire 50.— per i soci individuali e Lire 100.— per i collettivi, lasciando libero al Consiglio Direttivo, ove lo ritenesse opportuno, di aumentare la quota dei soci individuali residenti in Trento fino ad un massimo di Lire 60.—.

4. — Sono approvati il bilancio consuntivo 1920 e preventivo 1921.

5. — Su proposta della Presidenza verranno organizzate delle escursioni sociali.

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA - SEZIONE DI TRENTO

Bilancio Consuntivo 1920 (II esercizio)

ATTIVITA':		
Sopravvenienze esercizio 1919	L.	134,55
Contributi sociali 1920:		
41 soci individuali a L. 32.—	»	1312,—
11 soci collettivi a L. 60.—	»	660,—
Contributi sociali 1919:		
4 soci individuali a L. 24.—	»	96,—
Vendita pubblicazioni A. E. I.	»	144,95
	L.	2347,50

PASSIVITA':				
Ufficio centrale saldo quote 1919			L.	116,60
» » 1ª rata quota 1920			»	650,—
Spese della Sezione: postali	L.	52,80		
stampe e cancelleria	»	65,30		
abbonamenti riviste	»	437,40		
gratificazioni	»	10,—		
	L.	565,50		565,50
A pareggio			L.	1015,40
			L.	2347,50

Bilancio Preventivo 1921

ATTIVITA':		
Sopravvenienze esercizio 1920	L.	1015,40
Contributi sociali 1921:		
47 soci individuali a L. 50.—	»	2350,—
11 soci collettivi a L. 100.—	»	1100,—
Sopravvenienze diverse	»	50,—
	L.	4515,40

PASSIVITA':				
Ufficio centrale a saldo 1920			L.	903,50
» » quote 1921: 47 soci individ. a L. 35	L.	1645,—		
11 soci collettivi a L. 70	»	770,—		
	L.	2415,—		2415,—
Spese della Sezione	»	100,—		
stampe, carta ecc.	»	120,—		
abbonamenti riviste	»	500,—		
gratificazioni	»	50,—		
	L.	770,—		770,—
A pareggio			L.	426,90
			L.	4515,40

IL Cassiere: Ing. ARRIGO DE RIZZOLI m. p.

I Revisori: Dott Ing. EDOARDO MODEL m. p.; RICCARDO TORZI m. p.

VOL. VIII (XXV degli Atti) 15 Aprile 1921 N. 11

L'ELETTROTECNICA

GIORNALE ED ATTI DELLA

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

REDAZIONE ED AMMINISTRAZIONE: VIA SAN PAOLO, 10 - MILANO - TELEFONO N. 20-86

REDATTORE CAPO: A. BARBAGELATA - REDATTORI U. BORDONI - M. SEMENZA - G. VALLAURI

È GRADITA LA COLLABORAZIONE DEI LETTORI - GLI ARTICOLI DI INTERESSE GENERALE ACCETTATI DALLA REDAZIONE SONO COMPENSATI

I MANOSCRITTI NON SI RESTITUISCONO

Misure radiotelegrafiche.

Completiamo in questo fascicolo la pubblicazione della memoria presentata dal collega VALLAURI all'ultima riunione annuale e la facciamo seguire dalla nota del Com.te PESSION che tratta di un caso particolare di misure di radiazione. Pensiamo che non sfuggirà ai lettori l'impressione di trovarsi davanti a una tecnica di misure per impianti r. t., sviluppata metodicamente attraverso anni di esperienze e diretta a un fine veramente utile, come quello di conoscere in modo sempre più accurato ed esatto il comportamento degli aerei di trasmissione e la loro attitudine ad adempiere allo scopo specifico di irradiare energia.

Confronti fra trazione elettrica e trazione a vapore.

Riportiamo nel presente numero un largo riassunto della discussione tenutasi nell'ottobre dello scorso anno a New York in seno ad una riunione di ingegneri specialisti di trazione ferroviaria sulla convenienza relativa di impiego della trazione elettrica e della trazione a vapore.

Per quanto come è noto le condizioni della trazione siano negli Stati Uniti totalmente diverse dalle nostre, la discussione presenta tuttavia dei punti di grande interesse, e porta alla luce una così grande quantità di cifre e di fatti, citati dai diversi relatori in sostegno delle proprie tesi, che la lettura ne riesce sommamente interessante per chi si occupa di questi problemi.

La difesa della locomotiva a vapore fatta dal Sig. Muhlfeld è stata certamente abile e gli argomenti da lui impiegati permettono di scorgere l'impiego della locomotiva a vapore sotto una luce un po' diversa e più favorevole di quello che non si usi normalmente. Occorre tuttavia riconoscere che anche l'Armstrong e lo Sprague hanno saputo colle loro relazioni ristabilire l'equilibrio spostando di nuovo la bilancia a favore della trazione elettrica.

In conclusione risulta da questa discussione come, allo stato presente dei fatti, non si possa dire a priori se convenga trasformare in elettriche le ferrovie degli Stati Uniti, ancorchè il traffico raggiunga limiti elevati, ma occorra adottare la tattica del caso per caso. Ragione fondamentale di questa incertezza è l'enorme quantità di carbone disponibile nel territorio degli Stati Uniti e il suo prezzo relativamente basso, così che il confronto si riduce alla convenienza di bruciare il carbone nelle locomotive, contro quella di bruciarlo nelle caldaie di grandi centrali termoelettriche.

La base di confronto è perciò completamente diversa che da noi e le conseguenze ne sono quindi profondamente influenzate. Certo che se da noi non vi fosse energia idraulica disponibile, ma solo energia termica, ben difficilmente ci si potrebbe decidere a mutare la locomotiva a vapore nel locomotore elettrico. In ogni modo, come abbiamo detto sopra, la discussione tenutasi a New-York è eminentemente istruttiva e indubbiamente i nostri lettori che si occupano di trazione potranno ricavarne utili insegnamenti.

Aumenti di prezzo dell'energia elettrica.

Diamo più avanti il testo completo del recente decreto, di cui la stampa politica diede sommaria notizia, col quale si concede agli esercenti un ulteriore aumento del 50% sulle tariffe di vendita «al minuto» ed una nuova revisione dei contratti per le forniture maggiori. Abbiamo più volte espresso nettamente il nostro parere in proposito per dover nuovamente riconoscere la necessità di un simile provvedimento, che giunge ora forse un po' troppo in ritardo. L'aver voluto mantenere, durante e dopo la guerra, un «prezzo politico» per l'energia elettrica è stato un grave errore del Governo, perchè certamente a tale prezzo politico devesi sopratutto se lo sviluppo degli impianti non è stato pari all'aumentato bisogno di energia. Oggi, mentre il carbone ribassa rapidamente (salvo il contraccolpo dell'odierno sciopero inglese) molti clienti profani troveranno strano che si consenta un aumento di prezzo dell'energia e trarranno nuovi argomenti contro la cosidetta ingordigia degli esercenti. Perciò ci riserviamo di ritornare con maggior calma sull'argomento.

LA REDAZIONE.

MISURE DI RADIAZIONE SUGLI AEREI R. T.

GIANCARLO VALLAURI

Comunicazione alla XXV Riunione Annuale dell'A. E. I.
Roma, novembre 1920
(Continuazione e fine, v. N. 10)

XII) *Risultati sperimentali.* — I primi tentativi di misure sistematiche di radiazione, e le prime applicazioni di esse allo studio razionale della forma e delle proprietà degli aerei, sono stati fatti probabilmente dalla Regia Marina Italiana. Dopo una prima fase di studi e ricerche, misure normali di radiazione vennero fatte il 13 e il 19 settembre 1916 su l'aereo della Radio Taranto (fig. 7). In

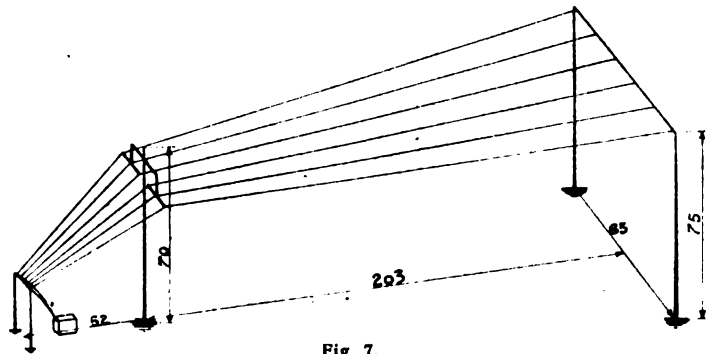



Fig. 7.

queste misure si usava solo una metà dell'aereo, costituita da 3 fili ($\lambda_0 = 1500$ m $C_0 = 3{,}62\ m\mu F$), e la si eccitava con un arco Poulsen da 3 kW che generava una corrente $I = 10\ A$ circa, con diversi valori di λ fra 2500 e 4500. L'aereo ricevente, collocato sull'isola di S. Pietro (d = 12,1 km), era un telaio verticale chiuso in forma di rettangolo, con area S_2 = 680 m². Le correnti indotte erano dell'ordine di alcuni decimi di milliampère; esse venivano misurate con una coppia termoelettrica nel vuoto, collegata con un galvanometro a riflessione. La resistenza del circuito ricevente veniva misurata mediante inserzione di una resistenza nota, sia con l'eccitazione a impulso prodotta da una cicala, sia con l'eccitazione dovuta alla trasmissione da misurare. L'altezza di radiazione nella direzione considera-

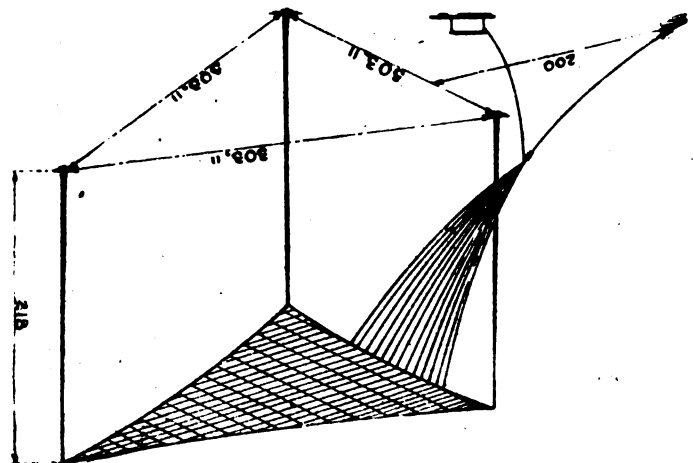



Fig. 8.

ta, che formava un angolo di 61° con quella di massima radiazione (secondo le note proprietà delle antenne a gomito), risultò di m 56,5, quando l'altra metà dell'aereo di trasmissione era isolata da terra.

Misure più minuziose furono eseguite nel 1917 per la Radio Roma (San Paolo), installando la stazione ricevente sulla spiaggia di Fiumicino ($d = 23,2$ km), con un aereo rettangolare chiuso di super-

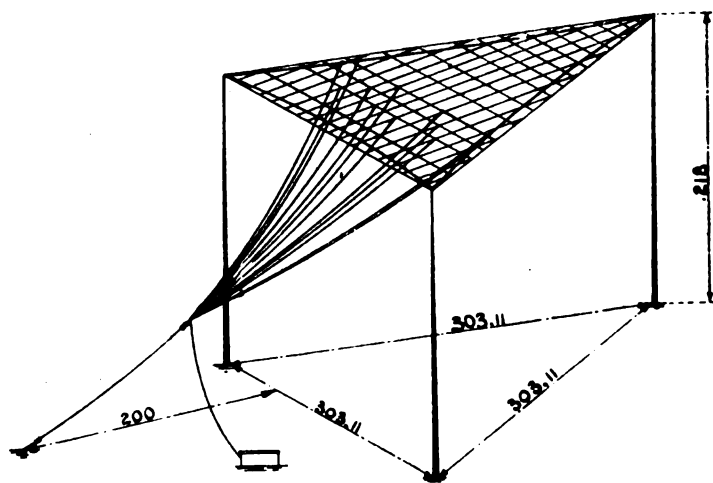



Fig. 8-*bis*.

ficie 531 m², lontano da qualunque influenza locale perturbatrice. Gli strumenti erano collocati in una piccola baracca. Per la ricezione fu usato il termogalvanometro del Duddell con scaldatore da 4 Ω.

accidentali, sia del lento spostamento dello zero. Calcolate le deviazioni medie $\Delta_1 = \delta_1 - \delta_0$ e $\Delta_2 = \delta_2 - \delta_0$ si ha

$$I_r = K \sqrt{\Delta_2} \qquad R = R' \frac{\sqrt{\Delta_1}}{\sqrt{\Delta_2} - \sqrt{\Delta_1}}$$

da cui

$$h = \frac{I_r}{I} \cdot \frac{d\, R\, \lambda^2 \,.\, 10^{-11}}{2,4\, \pi^2\, S_r \cos \alpha} \qquad (\mu = 1) \qquad C.\ G.\ S.$$

Un esempio di tale misura è il seguente:

5 Dicembre 1917, Stazione a Fiumicino.

$d = 23,2$ km $\quad S_r = 531$ m.² $\quad \alpha = 0°$ $\quad \lambda = 6500$ *m*

TARATURA TERMOGALVANOMETRO

Resistenza scaldatore 4 Ω Tensione 2,01 *V*

R	δ_0	δ_1	Δ	$I_{(mA)} = \frac{V}{R+4} \cdot 10^3$	$K = \frac{I\,(mA)}{\sqrt{\Delta}}$
500	373	195,5	177,5	3,99 *mA*	0,300
700	373	282	91	2,86	0,300
900	373,5	318	55,5	2,225	0,299
1200	373,5	342	31,5	1,67	0,298
1400	374	351	23	1,43	0,299
1700	374	358,5	15,5	1,18	0,300
2000	374,5	362,8	11,7	1,004	0,294
1000	374,5	329	45,5	2,000	0,297
2400	374,8	366,8	8	0,837	0,296
					$K = 0,298$

PADIGLIONE AEREO DELLA STAZIONE R. T. DI COLTANO.

ALTEZZA DEI PALI 75 m.

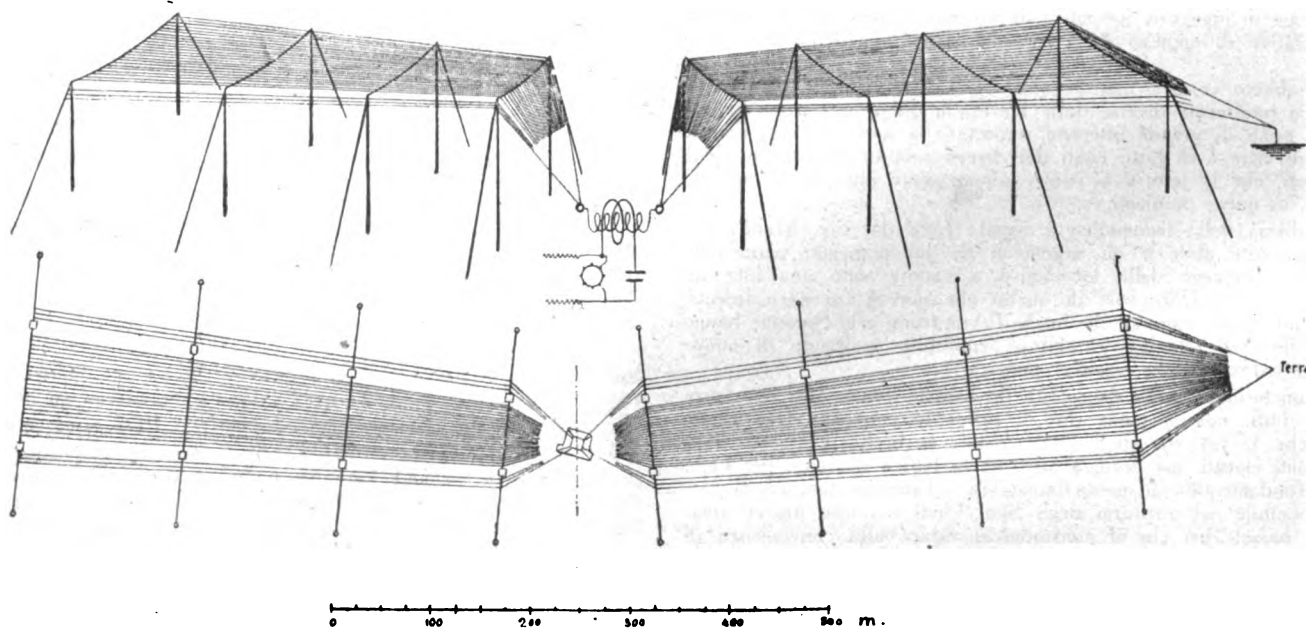



Fig. 9.

La taratura si esegue inserendo il Duddell in un circuito locale contenente una cassetta di resistenza e un accumulatore, di cui si misura contemporaneamente la tensione con un voltometro di precisione. Si alternano le letture δ_1 per diversi valori della resistenza R della cassetta, con le letture di zero δ_0 a circuito interrotto, così da ricavare la deviazione $\Delta = \delta_1 - \delta_0$; e dal rapporto fra il valore della corrente $I = \frac{V}{R+4}$ e $\sqrt{\Delta}$, si ricava la costante $K = \frac{I}{\sqrt{\Delta}}$ del termogalvanometro. Per la misura della corrente di ricezione e della resistenza del circuito oscillatorio ricevente, si era convenuto che la stazione trasmittente (ad arco Poulsen) ad ore determinate alternasse emissioni costanti della durata di 10 minuti primi (ciascuna con una data lunghezza d'onda) con pause anch'esse di 10 minuti. Durante ogni trasmissione i primi minuti erano dedicati a eseguire accuratamente la regolazione di sintonia del circuito ricevente, variando la capacità fino ad ottenere il massimo di deviazione al galvanometro. Di poi si iniziava la misura, seguendo ordinatamente una serie di letture δ_0 (lettura di zero, a circuito interrotto), ϱ_1 (lettura a circuito chiuso contenente una resistenza supplementare nota R' adatta per alte frequenze), δ_2 (a circuito chiuso, dopo aver escluso R') e poi ordinatamente $\delta_1\ \delta_0\ \delta_1\ \delta_2\ \delta_1\ \delta_0\ \delta_1$ ecc. Questa successione di misure è necessaria per poter eliminare nelle medie gli effetti sia degli errori

MISURA DI RADIAZIONE

Ora	δ_0	δ_1	δ_2
11h 34' 30"	341,5		
		364,0	
			378,2
		364,4	
	341,2		
		364,5	
			378,5
		364,5	
	341,8		
11h 37' 30"	341,5		
		364,5	
			378,4
		364,5	
	341,5		
		364,4	
			378,5
		364,8	
	342,5		

medie $\Delta_1 = 13,9_5$ $\quad \Delta_2 = 36,7_3$ $\quad I = 83,78$ *A*

$R' = 5,68\ \Omega$ $\quad R = 9,13\ \Omega$ $\quad h = 153,7$ m.

Come è noto ([12]), nella Radio Roma furono sperimentati successivamente due diversi aerei, rappresentati nelle fig. 8 e 8 bis e sostenuti da 3 antenne a traliccio di legno, alte 218 m. L'esempio numerico è preso dalle prove sul primo aereo (fig. 8), per il quale si aveva $\lambda_o = 2960$ m, $C_s = 9{,}9$ mμF (capacità statica). Dalle numerose serie ,assai concordi, eseguite su codesto aereo per tre lunghezze d'onda, si ebbe:

$\lambda = 6500 \quad 8200 \quad 10150$ m
$h = 153{,}2 \quad 150{,}8 \quad 149{,}6$ m,

da cui si rileva la conferma della previsione teorica di una piccola diminuzione di h al crescere di λ. Analoghe prove vennero eseguite sopra il secondo aereo (fig. 8 bis); per il quale $\lambda_o = 2930$ m $C_s = 11{,}2$ mμF ricavando:

$\lambda = 6830 \quad 8700 \quad 10800$ m
$h = 138{,}3 \quad 138{,}4 \quad 138{,}0$ m

Questi risultati comparativi, messi in relazione con i diversi valori di corrente che l'arco Poulsen era capace di mantenere in ciascuno dei due aerei, permisero una scelta razionale fra di essi ([12]).

Misure ancora più numerose furono eseguite in gennaio e febbraio 1918 su l'aereo di Coltano. L'aereo che si usava in quell'epoca è rappresentato schematicamente in prospetto ed in pianta dalla fig. 9 ed era costituito da un fascio di 30 fili, di cui 24 compresi fra gli alberi e gli altri 6 divisi in due terne ed affidati ai controventi esteriori. L'aereo presentava altresì la nota caratteristica di essere eccitato verso il mezzo e l'impianto funzionava ancora col sistema Marconi a scintilla (scaricatore a disco asincrono). In questa occasione fu studiato un tipo di piccolo impianto di misura, di facile trasporto e di sollecito montamento.

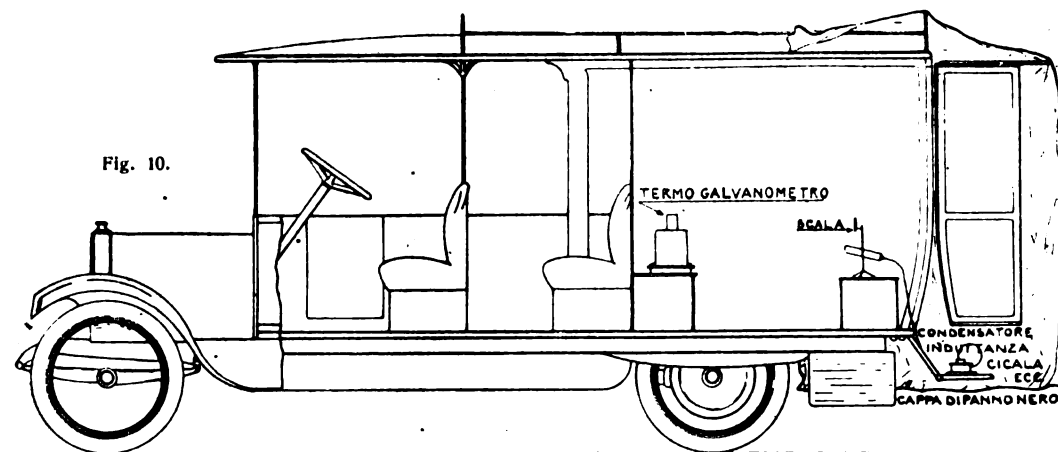
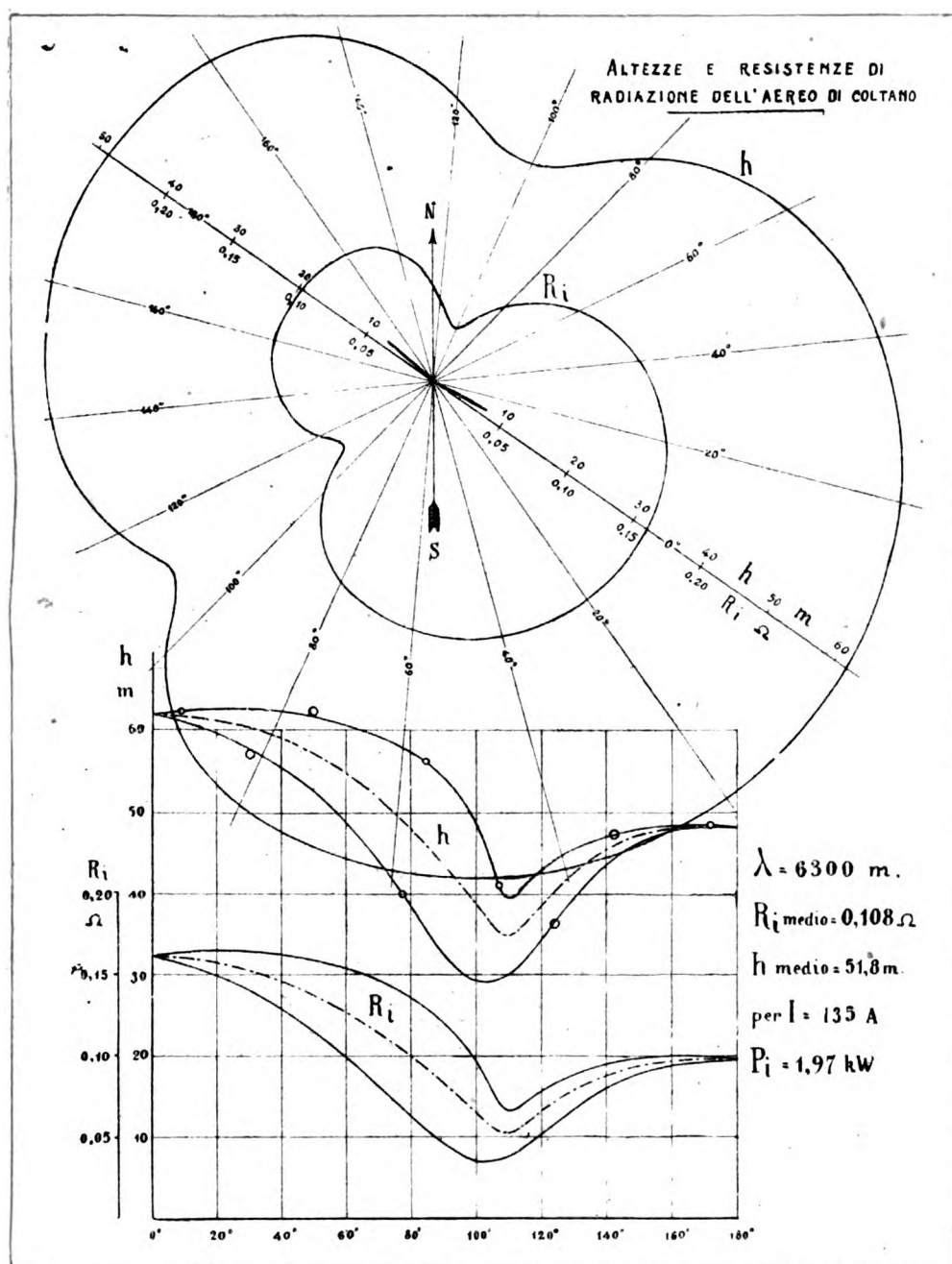



Fig. 10.

L'aereo ricevente è triangolare a una sola spira, sostenuto da un albero smontabile a canna di bambou, del tipo Marconi per stazioni campali, alto 21 m. L'albero può essere alzato e l'aereo montato in pochi minuti; il materiale necessario, insieme con gli apparecchi di misura e con il personale, è trasportato da un furgoncino automobile. Nella cabina posteriore del furgoncino viene messo in stazione il termogalvanometro (figura 10), sulla predella si collocano il condensatore variabile, le resistenze, l'induttanza d'accoppiamento, la cicala ecc., in modo che l'operatore stia coi piedi sul terreno e il furgoncino possa restare perfettamente fermo, come è richiesto per la stabilità del galvanometro. Una cappa nera, sostenuta dai due sportelli posteriori aperti del furgoncino, scende intorno all'osservatore e alla predella che fa da tavolo di esperienze, così da evitare ogni corrente d'aria e da permettere le letture a riflessione. L'isolamento dato dalle gomme del furgoncino contribuisce ad escludere qualunque pericolo, che la misura sia falsata per effetto di un passaggio di corrente attraverso il galvanometro, sotto l'azione di f. e. m. indotte non nel circuito chiuso di aereo, ma fra questo e la terra. La misura della resistenza di aereo vien fatta con eccitazione a impulso (VII), provocata da un primario aperiodico, contenente una pila e una buona cicala. Poichè l'impianto trasmittente sarebbe stato troppo cimentato da una emissione a scintilla di lunga durata, si convenne di far eseguire per ogni serie di misure e con inizio ad ora prestabilita, 24 emissioni, ciascuna della durata di 8'' e separate da pause di 22''. La durata di 8'' è sufficiente, perchè la deviazione del termogalvanometro raggiunga il valore di regime. Le prime emissioni servono per la regolazione di sintonia (risonanza), le altre per la misura.

Fig. 12.

([12]) *B. Micchiardi - G. Pession - G. Vallauri.* La Stazione radiotelegrafica di Roma San Paolo. L'Elettrotecnica 5 e 15 maggio 1920 Vol. 7 pag. 218 e 241 e Pubblicazione N. 8 dell'Istituto E. e R. T. della R. Marina.

Lo schema dei circuiti, le formule e le istruzioni principali, insieme con un esempio completo di misure e di calcoli, sono riportati nella tavola riprodotta in fig. 11, che fu compilata e distribuita ai cile fare due e anche tre diverse stazioni in un solo giorno. In tal modo si poterono ad esempio agevolmente determinare i valori dell'altezza e della resistenza di radiazione del descritto aereo di Col-

MISURE DI RADIAZIONE

Misura della resistenza R *dell'aereo ricevente mediante eccit.ne ad impulso:*

$$R = R' \frac{\Delta_1}{\Delta_2 - \Delta_1}$$

Idem. idem con eccitazione a onde persistenti e accoppiamento lentissimo:

$$R = R' \frac{\sqrt{\Delta_1}}{\sqrt{\Delta_2} - \sqrt{\Delta_1}}$$

NB. Quando il segnale è a onde persistenti serve la trasmissione stessa per la misura di R.

Misura della costante K *del termogalvanometro:* $(R_t = R'' + R_{galv.})$

$$K = \frac{I}{\sqrt{\Delta}} = \frac{V}{R_t \sqrt{\Delta}}$$

Calcolo dell'altezza di radiazione:

$$h = \frac{I_r}{I_t} \cdot \frac{\lambda d}{S} \cdot L \cdot \frac{\sqrt{\delta_r(\delta_t + \delta_r)}}{4\pi^2 \cos\alpha} \quad (\mu = 1)\ \text{C.G.S.}$$

e per $\delta_t = 0$ *(oscillazioni persistenti)*

$$h = \frac{I_r}{I_t} \cdot \frac{d R \lambda^2 \, 10^{-11}}{2{,}4 \pi^2 S \cos\alpha} \quad (\mu = 1)\ \text{C.G.S.}$$

$\Delta = \delta - \delta_0$ DEVIAZIONE AL TERMOGALVANOMETRO

$\Delta_1 = \delta_1 - \delta_0$ con R' INCLUSO.

$\Delta_2 = \delta_2 - \delta_0$ con R' ESCLUSO.

λ = LUNGHEZZA D'ONDA.

I_r = VALORE EFFICACE DELLA CORRENTE DI TRASMISSIONE.

I_t = » » » » RICEZIONE.

δ_t = DECREMENTO LOGARITMICO (PER 1 PERIODO) DELL'OSCILL.ne TRASMESSA.

δ_r = » » » PROPRIO DELL'AEREO RICEVENTE.

d = DISTANZA FRA LE DUE STAZIONI

L = INDUTTANZA TOTALE DEL CIRCUITO RICEVENTE.

R = RESISTENZA » » »

S = AREA UTILE RACCHIUSA DALL'AEREO RICEVENTE.

α = ANGOLO FRA IL PIANO DELL'AEREO RICEVENTE E LA DIREZIONE DI PROPAGAZIONE DELL'ENERGIA

ESEMPIO - 6 FEBBRAIO 1918 - STAZIONE A CALAMBRONE

DISTANZA DA COLTANO .... m. 10700
AZIMUTH VERO RISPETTO A COLTANO .... 231°
» » DELL'AEREO .... 50°,5
α .... 0°,5

MISURA DELLA RESISTENZA DI AEREO

δ_0	δ_1	δ_2	δ_0	δ_1	δ_2
296			180		
	336			332	
		375			420
	336			298	
288			175		
	341			316	
		368			425
	335			304	
286			169		
	346			290	
		388			410
	348			305	
282			162		
	334			320	
		396			393
288	339,7 288,0 Δ_1 = 51,7	381,8 288,0 Δ_2 = 93,8 51,7 42,1	171,5	309,3 171,5 Δ_1 = 137,8	412,0 171,5 Δ_2 = 240,5 137,8 102.7

$R = 6{,}12 \frac{51{,}7}{42{,}1} = 7{,}51$ $\quad R = 6{,}12 \frac{137{,}8}{102{,}7} = 8{,}21$

$R_{medio} = 7{,}86\ \Omega$

Decremento proprio dell'aereo ricevente:

$$\delta_r = \pi \sqrt{\frac{C}{L}} R$$

$R_1 = 7{,}86 + 6{,}12 = 13{,}98$ $\quad \delta'_r = 0{,}361$

$R_2 = 7{,}86$ $\quad \delta''_r = 0{,}205$

BASE DELL'AEREO TRIANGOLARE .... m. 39,35
ALTEZZA » » 18,20
AREA » » .... m² 358

$\delta_0\ \delta_1\ \delta_2$ LETTURE AL TERMOGALVANOMETRO CON SCALA A 1 m. E SCALDATORE DA 4 Ω

R' = ... Ω 6,12
λ = ... m. 6300
L' = ... μH 226
L_{totale} = ... μH 406
C = ... mμF 27,5
δ_t = ... 0,160

TARATURA GALVANOMETRO

V	R''+R_g	I×10^{-3}	δ_0	δ_1	Δ	$\frac{i}{\sqrt{\Delta}}$
1.98	2005	0,990	202 202	259	37	0,163
»	1505	1,315	200 200	269	69	0,158
»	1005	1,97	197 197	352	155	0,158
»	905	2,19	195 194	385	190,5	0,158
»	805	2,46	188 187	432,5	245	0,157
»	705	2,81	184,5 185	509	324,8	0,158
						K = 0,158

MISURA DELLE CORRENTI DI TRASMISSIONE E DI RICEZIONE
(24 LINEE CIASCUNA DI 8ˢ CON PAUSE DI 22ˢ - LE PRIME 8 SERVONO PER LA SINTONIZZAZIONE DELL'AEREO RICEVENTE)

I_t	δ_0	δ_1	δ_2	Δ_1	Δ_2
126	65 65		107.5		42.5
127	64,5 64,5	82,5		18,0	
132	64 64		108,0		44,0
132	63,5 63	82,5		19,3	
129	62,8 62,8		103,5		40,7
127	62,5 62,0	80,9		18,7	
132	61,7 61,5		104,6		43,0
134	61,0 60,8	79,5		18,6	
135	60,5 60,4		102,8		42,35
135	60,0 59,7	78,5		18,65	
132	59,5 59,3		102,5		43,1
132	59,0 58,8	77,5		18,6	
132	58,5 58,7		99,0		40,4
133	58,5 58,8	78,5		19,75	
126	58,8 59,0		103,0		44,1
125	58,8 58,5	78,2		19,5	
130,4				Δ 18,9 I_r 0,687	42,8 1,034 mA

Calcolo di h

$$\frac{1{,}034 \cdot 10^{-3}}{130{,}4} \cdot \frac{6300 \cdot 10700}{358} \cdot 406000 \frac{\sqrt{0{,}205(0{,}160 + 0{,}205)}}{4\pi^2} = 4179 \text{ cm}$$

$$\frac{0{,}687 \cdot 10^{-3}}{130{,}4} \cdot \frac{6300 \cdot 10700}{358} \cdot 406000 \frac{\sqrt{0{,}361(0{,}160 + 0{,}361)}}{4\pi^2} = 4438 \text{ cm}$$

h_{medio} = m. 43,1

Fig. 11.

servizi r. t. della Regia Marina nel febbraio 1918 e serve di guida per l'esecuzione corrente delle misure di radiazione.

Con i dispositivi descritti e con personale un po' esercitato è fa- tano, misurati su 8 diverse direzioni azimutali. Con essi furono costruiti i diagrammi polari e cartesiani della fig. 12, da cui si ricava (nel modo indicato nel parag. IX) la resistenza media di radiazio-

ne $R_1 = 0{,}108\ \Omega$ e la corrispondente altezza $h = 51{,}8$ m da confrontarsi con l'altezza $h' = 75$ m degli alberi (costituiti per 45 m da traliccio metallico e per 30 da alberi compositi in legno).

I diagrammi della fig. 12, i primi del genere, salvo errore, che si riferiscano a grandi aerei effettivamente in servizio, presentano i caratteristici due massimi di diverso valore in direzione assiale e due minimi in direzioni distanti angolarmente di 100° - 110° da quella del maggiore dei due massimi. E' altresì degna di nota la sensibile influenza del fatto, che le due metà dell'aereo non sono esattamente per diritto, ma formano un angolo ottuso. Ciò produce una notevole differenza fra le due metà, in cui i diagrammi di radiazione si possono dividere rispetto alla linea dei massimi: la radiazione apparisce notevolmente più grande dal lato dell'angolo convesso, che non da quello dell'angolo concavo. Sono in corso altre esperienze, destinate a verificare se, a distanze maggiori di quelle prescelte per le esperienze della tavola 12 (distanze pari a circa 2 λ), gli effetti di assorbimento e di diffrazione modificano sensibilmente il diagramma di radiazione.

XIII) *Conclusione.* — Nella presente nota si è avuto di mira di tracciare, a chi debba occuparsi dell'esecuzione, del collaudo e della condotta di impianti r. t., una guida per eseguire le misure di radiazione; le quali forniscono a loro volta elementi sostanziali per giudicare dell'efficienza di un aereo, come trasmettitore e come ricevitore di onde elettromagnetiche. A tal fine si sono richiamati i principi su cui si basa il fenomeno della radiazione, si sono dedotte le relazioni analitiche che legano i vari elementi di esso e ne governano le variazioni, si sono discusse le approssimazioni introdotte nei calcoli, si sono infine esposti i vari metodi sperimentali, indicandone i particolari e illustrandoli con esempi concreti, che si riferiscono ad alcune forme tipiche di aerei, eccitati sia con oscillazioni smorzate, sia con oscillazioni persistenti.

Livorno, ottobre 1920.

UN CASO PARTICOLARE DELLA MISURA DELL'ALTEZZA DI RADIAZIONE O ALTEZZA EFFICACE DEGLI AEREI R. T.

G. PESSION.

:: Comunicazione alla XXV Riunione Annuale dell'A. E. I. ::
:: :: :: :: :: Roma, novembre 1920 :: :: :: :: ::

1°) — Nella pratica della radiotelegrafia dovrebbero ormai considerarsi come normali le misure di altezza di radiazione o altezza efficace degli aerei; queste misure sono preziose per stabilire e modificare razionalmente i radiatori all'atto dell'impianto e, ripetute poi periodicamente, permettono di controllare il funzionamento della Stazione.

Per eseguire la determinazione delle altezze effettive si può misurare la corrente ricevuta in un aereo a telaio di dimensioni note, situato ad una certa distanza dall'aereo trasmettente. Tale distanza deve essere scelta in modo, che l'effetto dell'assorbimento sia trascurabile e non deve essere tanto piccola, che entri in giuoco la « induzione diretta » tra gli aerei.

La formula tratta della teoria del Hertz:

$$h\,h_r = \frac{I_r}{I}\,\frac{d\,R\,\lambda}{120\,\pi}, \tag{1}$$

in cui

h = altezza efficace dell'aereo di trasmissione . . . . . in km
h_r = » » » » ricezione . . . . . . » »
d = distanza fra le due stazioni . . . . » »
λ = lunghezza d'onda . . . . » »
I = intensità di corrente nell'aereo di trasmissione . . . . A
I_r = » » » » ricezione . . . . . . »
R = resistenza totale del circuito di ricezione . . . . . . Ω

si può ridurre al caso del telaio ricevente, riflettendo che allora

$$h_r = 2\,\pi\,\frac{S_r}{\lambda}\,\cos\alpha\,,$$

in cui

S_r = superficie totale delle spire del telaio ricevente in km²,
α = angolo tra il piano verticale contenente il telaio ed il piano verticale passante per le due Stazioni, ricevente e trasmettente.

La formula (1) diviene

$$h = \frac{I_r}{I}\,\frac{d\,R\,\lambda^2}{240\,\pi^2\,S_r\cos\alpha} \tag{2}$$

La (1) e la (2) si riferiscono all'impiego delle onde persistenti o continue, caso ormai generale.

La misura di I_r si può fare con un termogalvanometro o con una coppia termo-elettrica sensibile, unita ad un adatto galvanometro.

2°) — Per la verifica periodica delle altezze di radiazione degli aerei delle Stazioni R. T. della Regia Marina in Roma, mi sono

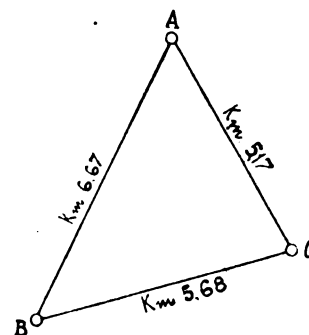



Fig. 1.

valso di un metodo assai semplice, che credo bene illustrare, perchè può trovare utile applicazione, quando si abbiano più stazioni sufficientemente vicine e dotate di aerei non direzionali. Noto, che questo è il caso normale delle Basi Navali, dove sono sempre parecchie navi

AEREO DELLA STAZIONE A

3 Alberi altezza m. 218

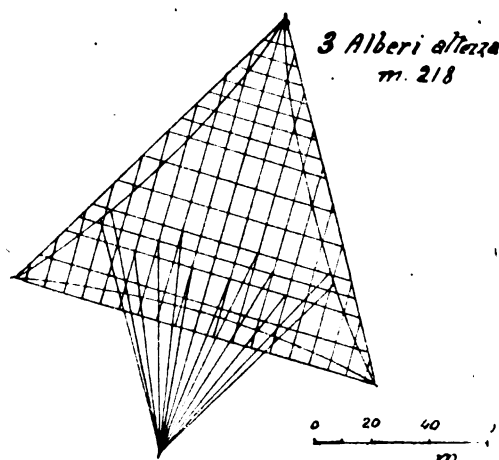
0 20 40 m

$\lambda_0 = 2930$ m $C_a = 11{,}2\ 10^{-4}\ \mu F$

Fig. 2.

fornite di radiotelegrafia ed in genere anche una potente Stazione costiera.

Se si hanno tre stazioni A, B, C, e se ne individuano gli elementi distinguendoli rispettivamente mediante le lettere a, b, c, avremo, se A trasmette e B riceve,

$$h_a\,h_b = \frac{I_r}{I}\,\frac{\lambda_a\,d_{ab}\,R_b}{377} \tag{3}$$

Analogamente se trasmette B e riceve C

$$h_b\,h_c = \frac{I_r}{I}\,\frac{\lambda_b\,d_{bc}\,R_c}{377} \tag{4}$$

ed infine se trasmette C e riceve A

$$h_a\,h_c = \frac{I_r}{I}\,\frac{\lambda_c\,d_{ac}\,R_a}{377} \tag{5}$$

Da queste tre equazioni si possono avere h_a, h_b, h_c.

3°) — Data la potenza e la distanza delle Radio di Roma, le misure furono fatte con estrema semplicità, usando un milliamperometro termico del Duddell.

La misura della resistenza fu fatta volta per volta introducendo nell'aereo ricevente, accuratamente sintonizzato, una resistenza nota R' e valendosi della formula

$$R = R'\,\frac{I'_r}{I_r - I'_r}\,,$$

in cui I_r è la corrente ricevuta senza la R' e I'_r la corrente ricevuta quando la R' è inserita.

Le distanze delle tre Stazioni risultano dalla fig. 1 e si riferiscono ai centri degli aerei. Le forme e le dimensioni principali degli aerei sono indicate schematicamente nelle fig. 2, 3, 4 e 5.

1ª misura — Trasmette B e riceve A

$I_r = 95 . 10^{-3}\ A$ $\quad I = 18{,}0\ A$ $\quad \lambda = 3{,}2$ km

$R = 12{,}72\ \Omega$ $\quad d = 6{,}67$ km $\quad h_a\ h_b = 0{,}0038$

Riporto qui, per mostrare la stabilità delle indicazioni degli strumenti, una serie di osservazioni:

I_r	I'_2
95,3	78,1
95,5	77,7
95,0	78,0
95,2	77,8
95,0	77,6
94,8	77,7
94,7	77,5
95,1	77,8

$$R' = 2{,}83$$

$$R = 2{,}83\ \frac{77{,}8}{17{,}3} = 12{,}72$$

2ª misura — Trasmette C e riceve A

$I_r = 49 . 10^{-3}\ A$ $\quad I = 10{,}6\ A$ $\quad \lambda = 3{,}15$ km

$R = 12{,}90\ \Omega$ $\quad d = 5{,}17$ km $\quad h_c\ h_a = 0{,}00257$

3ª misura — Trasmette C e riceve B

$I_r = 24{,}5 . 10^{-3}\ A$ $\quad I = 13{,}0\ A$ $\quad \lambda = 1{,}8$ km

$R = 10{,}30\ \Omega$ $\quad d = 5{,}68$ km $\quad h_c\ h_b = 0{,}000526$

da cui

$h_a = 136$ m $\quad h_b = 27{,}9$ m $\quad h_c = 18{,}8$ m

E' interessante notare che la Stazione C ha un aereo a T sistemato su di un grande fabbricato e l'altezza geometrica del tratto orizzontale dal tetto è di circa 20 metri.

AEREO GRANDE DELLA STAZIONE B

$(\lambda_0) = 1890$ m $C_s = 8{,}26\ 10^{-3}\ \mu F$ (aereo piccolo isolato)

$(\lambda_0) = 2000$ m $C_s = 8{,}54\ 10^{-3}\ \mu F$ (aereo piccolo a terra)

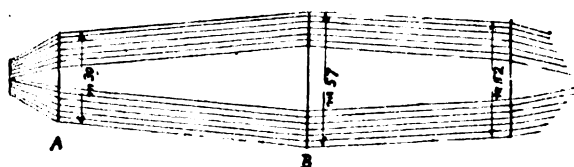
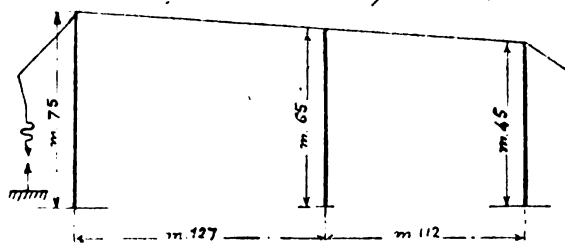



Fig. 3.

La Stazione B ha due aerei, uno grande ed uno piccolo: la misura si riferisce a quello piccolo.

Una quarta misura, relativa all'aereo grande, ha dato i seguenti valori

$h'_b = 40{,}3$ m quando l'aereo piccolo è isolato;

$h'_b = 35{,}6$ m quando l'aereo piccolo è alla terra.

4°) — Successivamente l'aereo piccolo di B venne modificato e si fece un'altra determinazione. Per variare le condizioni della prova ed aver distanza maggiore tra le Stazioni, non si fece più uso della Stazione C, ma fu costruito un aereo provvisorio lungo circa 200 metri ed alto circa 10 metri in una località a distanza:

$$d = 19{,}6 \text{ km da A}$$

$$d' = 24{,}7 \text{ km da B.}$$

Questo aereo fu orientato approssimativamente per la bisettrice delle direzioni di A e di B.

Nella misura fu usato un termogalvanometro del Duddell e si ottennero i seguenti risultati

Trasmette A — $I = 54\ A$
$I_r = 0{,}212 . 10^{-3}\ A$
$R = 585$
$\lambda = 6{,}08$ km

Trasmette B — $I' = 20\ A$
$I'_r = 0{,}1428 . 10^{-3}\ A$
$R' = 155\ \Omega$
$\lambda = 2{,}40$ km.

Gli alti valori della R sono dovuti alla resistenza dello scaldatore del Duddell (100 Ω) e, nel caso di A, ad una resistenza addizionale (400 Ω), inserita per ridurre la corrente.

E' facile vedere che:

$$\frac{h_a}{h_b} = \frac{I_r\ I'\ \lambda_a\ d}{I'_r\ I\ \lambda_b\ d'}\ \frac{R}{R'} = 4{,}14.$$

Fu fatto poi trasmettere B ricevendo da A ed ottenendo i seguenti dati:

$I_r = 92 . 10^{-3}\ A$ $\quad I = 18\ A$ $\quad d = 6{,}67$ km

$R = 15{,}4\ \Omega$ $\quad \lambda = 3{,}150$ km

da cui

$$h_a\ h_b = 0{,}00439\ \text{km}^2$$

e quindi

$$h_a = 135 \text{ m}$$

$$h_b = 32{,}6 \text{ m}$$

Si osserva che nella misura di R si tenne inserita una resistenza di 3 Ω per ridurre la corrente; il valore ora trovato della resistenza dell'aereo è quindi di 12,4 Ω, che corrisponde bene a quello di 12,7 Ω

AEREO PICCOLO DELLA STAZIONE B

$\lambda_0 = 693$ m $C_s = 2{,}06\ 10^{-3}\ \mu F$

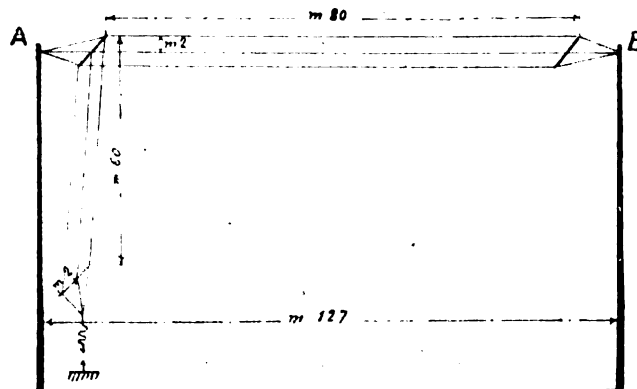



Fig. 4.

trovato nella misura precedente. La differenza è da attribuirsi alle diverse induttanze usate nei due casi per sintonizzare. Giova anche notare che tra le due misure sono trascorsi oltre 4 mesi. In queste misure fu tenuto sull'aereo il milliamperometro Duddell avente una resistenza di 1,77 Ω.

Si constata che in seguito alla modifica dell'aereo di B si è avuto un sensibile aumento nella sua altezza di radiazione.

AEREO DELLA STAZIONE C

$\lambda_0 = 590$ m $C_s = 1{,}97\ 10\ \mu F$

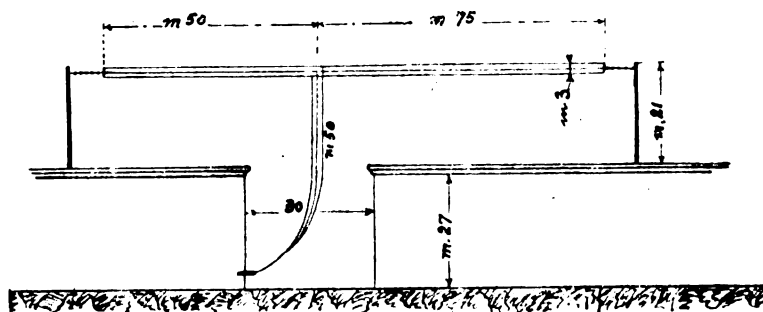



Fig. 5.

Le due misure della h_a sono perfettamente concordi e corrispondono in modo molto soddisfacente al valore di 138 m, determinato tre anni or sono dal Prof. Vallauri con una misura diretta su un aereo a telaio.

5°) — Il metodo indicato è corretto, quando le antenne delle Stazioni r. t. non abbiano spiccate proprietà direzionali, come nel caso delle Stazioni di Roma.

Se si tratta di navi, è facile vedere come, facendole ruotare (analogamente a quanto si pratica per la correzione delle bussole), sia possibile ottenere i rapporti delle altezze efficaci in varie direzioni, e quindi come debbasi modificare il sistema delle (3) (4) (5), nel caso in cui questi rapporti differiscano sensibilmente dall'unità.

Roma, ottobre 1920.

LA LOCOMOTIVA A VAPORE E LA LOCOMOTIVA ELETTRICA NELLA MODERNA TRAZIONE FERROVIARIA

Nell'ottobre dello scorso anno si è tenuta a New-York una importante riunione di ingegneri, e di tecnici specialisti di trazione ferroviaria, per discutere il problema dell'elettrificazione.

Le ragioni dei sostenitori dei due diversi sistemi furono ampiamente illustrate nelle memorie presentate da J. E. Muhlfeld per la trazione a vapore, e da A. H. Armstrong per la trazione elettrica, e la discussione che seguì servì a mettere in maggiore risalto i pregi ed i difetti dei due sistemi.

RELAZIONE MUHLFELD.

La relazione Muhlfeld tende a dimostrare come allo stato attuale la locomotiva a vapore non sia inferiore alla locomotiva elettrica.

Nello stabilire confronti fra l'energia a vapore e l'energia elettrica, nella trazione ferroviaria, egli osserva, gli elettrotecnici si sono serviti spesso di cifre dedotte con un'analisi non molto rigorosa, le quali possono portare ad una errata valutazione dei problemi della trazione ferroviaria.

Si sono, per esempio, paragonati i risultati di esercizio ottenuti su linee recentemente elettrificate con quelli dei vecchi impianti a vapore; oppure il costo di manutenzione di locomotive elettriche, e di locomotive a vapore, costruite in epoche diverse e con differente stato di servizio od, ancora, il consumo di carbone per HP-ora delle moderne centrali, con quello delle locomotive a vapore di tipo antiquato. Di più si è indicata spesso con cifre esagerate la percentuale di carbone consumata a vuoto sulle locomotive durante le fermate, o si è tenuto conto del peso morto del tender, mentre si è trascurata, nelle locomotive elettriche, la frazione di peso non aderente, la quale pure rappresenta un peso morto e sposta il coefficiente di consumo specifico.

E' evidente l'errore di voler paragonare la moderna locomotiva elettrica colla locomotiva a vapore quale era dieci anni or sono, mentre un confronto razionale potrebbe essere fatto solamente fra treni di una stessa linea, o di linee in condizioni del tutto simili, colle moderne locomotive a vapore surriscaldato e le locomotive elettriche. Riportando i confronti su queste basi, anche le conclusioni sui risultati dell'elettrificazione verrebbero spostate.

Su taluni tronchi in condizioni speciali l'elettrificazione può dare veramente notevoli vantaggi, come: l'eliminazione del fumo nelle gallerie, e nelle stazioni sotterranee; od un ulteriore incremento di traffico su linee già sature, ma sarebbe gravissimo errore voler estendere l'elettrificazione a tutte le reti, specialmente in vista dei perfezionamenti che ancora possono essere introdotti nella locomotiva a vapore, per migliorarne il rendimento complessivo.

Nelle condizioni attuali del mercato, riesce difficile alle imprese ferroviarie procurarsi i capitali indispensabili per continuare regolarmente il servizio, perciò quando tecnici e politicanti propongono grandiosi progetti di elettrificazione i quali implicherebbero l'immobilizzazione di enormi capitali, svalutando nello stesso tempo tutto il capitale rappresentato dagli attuali materiali ed impianti a vapore, essi o preparano il fallimento delle imprese, oppure provocheranno un tale inasprimento di tariffe e di tasse da farne risentire grave danno ai contribuenti, mentre notevoli vantaggi potrebbero invece essere realizzati col miglioramento ed il perfezionamento dell'attuale servizio a vapore.

Perchè l'impiego della locomotiva elettrica possa generalizzarsi è necessario che, prima, i costruttori la rendano meno costosa, ne uniformino i tipi, la provvedano di motori capaci di dare una vasta gamma di velocità in condizioni facili ed economiche, ed in grado di sopportare notevoli sovraccarichi, senza riscaldarsi pericolosamente; è necessario che semplifichino le apparecchiature di linea, ne riducano l'usura e sopratutto riducano le perdite d'energia fra la centrale generatrice ed il gancio della locomotiva.

Analogamente, se i costruttori vorranno conservare alla locomotiva a vapore l'attuale posizione nel campo della trazione ferroviaria, dovranno curarne il continuo perfezionamento, per aumentarne l'efficienza ed il buon rendimento, specialmente nella parte termica, allargando l'impiego del vapore surriscaldato ad alta pressione, studiando l'accoppiamento dei cilindri, impiegando apparecchi di combustione sempre più perfezionati, e cercando di utilizzare i prodotti di scarico ed i prodotti della combustione, di ridurre i pesi morti, di aumentare la percentuale di peso aderente ed il coefficiente di aderenza.

Per stabilire quali siano i vantaggi della locomotiva a vapore, in confronto della locomotiva elettrica, è necessario analizzare la questione in tutti i suoi vari aspetti:

Dal 1895 ad oggi sono stati elettrificati negli S. U. circa 2000 km di linee ripartiti fra 18 reti diverse, e su di esse sono in servizio 375 locomotive elettriche.

Data l'esperienza piuttosto limitata del passato, per esporre oggi i capitali necessari per l'elettrificazione, specialmente cogli alti costi del denaro, delle materie prime e della mano d'opera, bisogna avere l'assoluta sicurezza di poterne ricavare un congruo interesse. In realtà per poche o nessuna delle attuali linee a vapore sarebbe oggi giustificata l'elettrificazione, a meno che non si tratti di speciali condizioni, come quelle, ad esempio, della linea Norfolk e Western, dove una strozzatura di 1 km circa entro una galleria a semplice binario e con pendenza del 15 per mille rendeva il traffico congestionato perchè il movimento dei treni doveva essere limitato sulla base di una velocità media di 10 km-ora.

Per la maggior parte delle Compagnie ferroviarie la necessità urgente di nuove spese per rimettere a nuovo i materiali e per sistemare gli attuali impianti, onde provvedere nel modo più sollecito, più conveniente e più sicuro alle esigenze del traffico, rappresenta la spinta più efficace per continuare nell'attuale servizio a vapore, senza pensare a spese di lusso. Solo quando tutte le risorse che ancora ci stanno davanti in questo campo, saranno state sfruttate, si potrà prendere in seria considerazione il progetto di una trasformazione radicale delle nostre linee, iniziando l'elettrificazione su vasta scala.

Indubbiamente la trazione elettrica è efficacissima per aumentare la potenzialità delle grandi stazioni; condizioni speciali, come già è stato accennato, possono rendere conveniente l'elettrificazione di brevi tratti di linea, ma i risultati d'esercizio ottenuti fin qui non giustificano l'accusa di insufficenza che spesso viene mossa dagli elettrotecnici alla locomotiva a vapore, insufficienza che si sarebbe manifestata specialmente nell'inverno 1917-18, quando condizioni veramente eccezionali di temperatura e di intensità di traffico, crearono tali difficoltà alle quali neppure la trazione elettrica avrebbe potuto ovviare. Di più se si volesse risolvere il problema del traffico colla trazione elettrica ricorrendo a treni molto pesanti in trazione multipla, bisognerebbe tener conto delle punte di carico che si avrebbero in linea e nelle centrali e, probabilmente, posto il problema in questi termini, apparirebbe la convenienza di continuare l'esercizio con unità più ridotte, quali quelle consentite dalle locomotive a vapore, anche sulle linee a denso traffico.

Si fa molto assegnamento sulla maggiore velocità consentita dalla trazione elettrica, per migliorare le condizioni d'esercizio. A questo proposito, se ci riferiamo al traffico delle merci come quello che rappresenta la maggiore parte del movimento dei treni, il servizio di un carro merci si può considerare suddiviso in tre periodi; 55%: permanenza nelle stazioni per manovre, spostamenti, formazione dei treni ecc; 35%: a disposizione dei privati per le operazioni di carico e scarico e soste nei giorni festivi; 10%: periodo di corsa in linea.

Perciò l'aumento della velocità dei treni oltre i limiti economici stabiliti dal sacrificio di peso utile, dall'aumento delle perdite, dalla buona conservazione dell'armamento e del materiale mobile e dalla sicurezza d'esercizio, non è provvedimento che possa risolvere il problema del traffico.

Il vantaggio principale invocato a favore dell'elettrificazione consiste nella grande economia di carbone. Eminenti elettrotecnici sono arrivati recentemente alla sorprendente conclusione che se le ferrovie degli S. U. fossero tutte elettrificate e l'energia necessaria fosse generata in centrali a vapore, il consumo di carbone si ridurrebbe da 178 000 000 tonn a 54 500 000 con un risparmio di 2/3 sul consumo totale. Questi risultati sono basati sull'ipotesi di un consumo specifico per kWh ai cerchioni di 5,8 kg di carbone per la locomotiva a vapore e di kg 3,18 misurati alla centrale (comprese quindi le perdite in linea e nelle sottostazioni) per la locomotiva elettrica. La prima di queste cifre rappresenta il risultato di prove eseguite nel 1910 su alcune locomotive a vapore, probabilmente di vecchio tipo a vapore saturo, della ferrovia di St. Paul, mentre la seconda venne dedotta mettendo in relazione il consumo di 1,15 kg di carbone per kWh che si ha attualmente nelle moderne centrali, coll'assorbimento di 25 Watt-ora per Tonn-Km misurato all'archetto della locomotiva, il che corrisponde ad un consumo di grammi 27,5 di carbone da 6700 calorie per Tonn-Km.

Nello stabilire queste cifre sono stati però trascurati molti coefficienti che ne spostano il valore, quali: le pendenze e le curve, i movimenti per le manovre; l'abilità e la diligenza del personale di servizio, l'esistenza di ben 25 000 locomotive a vapore surriscaldato e di 35 000 munite di focolai con rivestimento di mattoni refrattari, ed infine, tutti i perfezionamenti introdotti negli ultimi 10 anni nelle caldaie e negli altri organi delle locomotive. Non si è tenuto conto che le centrali elettriche danno un buon rendimento solamente se sfruttate a pieno carico, mentre il coefficiente medio di carico della trazione ferroviaria arriva appena al 50%: che il collegamento di reti con caratteristiche differenti causa perdite rilevanti nelle linee di allacciamento e nelle stazioni di conversione: che il motore elettrico dà un buon rendimento solo quando lavora a carico costante, e molte altre.

Tuttavia, pur accettando l'affermazione che la trazione elettrica importi un consumo di 25 Watt-ora, ossia di 27,5 grammi di carbone, per Tonn-Km, è noto che anche la moderna locomotiva a vapore non ha un consumo superiore. Sono interessanti in proposito i risultati di prove eseguite nel 1918 col carro-dinamometrico su locomotive a vapore surriscaldato del tipo « Mikado » del peso di circa 110 Tonn. Il focolare di una delle locomotive venne allestito colla griglia di tipo comune, mentre un'altra venne equipaggiata col dispositivo « Lopulco » per bruciare polvere di carbone in sospensione. Le prove vennero eseguite su due differenti tratti di linea con pendenze fino all'8 per mille e con treni del peso utile da 1900 a 2600 Tonn. Ne risultò un con-

sumo medio di Kg 1,70 e Kg 2,25 di carbone per HP-ora, rispettivamente per i due tipi, di locomotiva. E siccome il carbone impiegato negli esperimenti aveva un potere calorifico sensibilmente inferiore alle 6700 calorie, messe a base dei calcoli di elettrificazione, e, di più, le prove furono eseguite nei mesi freddi di Marzo e Aprile, così, potremo assumere come consumo specifico medio annuale, per la moderna locomotiva a vapore, la cifra di 27,5 grammi di carbone da 6700 calorie per Tonn-Km, e cioè precisamente lo stesso consumo che si ripromettono i fautori dell'elettrificazione.

Un'analisi esatta del rendimento della trazione elettrica, fra la centrale generatrice ed il gancio della locomotiva riesce oltremodo delicata, ed è difficile stabilire cifre sicure sulla sola base delle prove col carro dinamometrico e dei dati di laboratorio.

Tuttavia ammettendo che i vari coefficienti influiscano in egual misura sul rendimento totale, possiamo dedurre una cifra abbastanza attendibile, la quale tenga conto delle perdite che si verificano in tutti gli organi intermedi.

I coefficienti relativi sono riportati nella tabella seguente:

		Rendimento per cento con carico		
		100 %	75 %	50 %
Caldaie		76,7	.76	72
Motrici a vapore	rendimento specifico	18,25	18,29	19,7
	rendimento complessivo	14	13,9	13,8
Alternatori	r. s.	90	89,5	86
	r. c.	12,6	12,44	11,88
Trasformatori elevatori	r. s.	98	96	90
	r. c.	12,34	11,93	10,67
Linee di trasmissione ad alta tensione	r. s.	90	95	97
	r. c.	11,10	11,32	10,34
Trasformatori riduttori	r. s.	98	96	90
	r. c.	10,87	10,85	9,30
Gruppi convertitori	r. s.	80	35	63
	r. c.	8,69	8,13	5,85
Linee di distribuzione a corrente continua	r. s.	90	95	97
	r. c.	7,82	7,71	5,66
Equipaggiamento motore	r. s.	91,5	90,8	89,5
	r. c.	7,15	7	5,05
Parte meccanica	r. s.	81	85	90
	r. c.	5,79	5,95	4,54

Analogamente il rendimento della locomotiva a vapore è rappresentato dalle cifre seguenti:

		Rendimento per cento con carico					
		100 %		75 %		50 %	
		specif	compl.	specif.	compl.	specif.	compl.
Caldaia	vapore saturo	45	—	57,4	—	70	—
	» surriscal.	—	—	—	—	—	—
Cilindri	» saturo	7,8	3,51	8,1	4,82	7,8	5,46
	» surriscal.	11,9	3,85	11	4,83	10,5	5,88
Parte meccanica	vapore saturo	77	2,70	80	3,86	82	4,47
	» surriscal.	75	3,85	80	4,83	85	5,88

E confrontando le cifre delle due tabelle si vede che la percentuale di energia termica utilizzata al gancio della locomotiva risulta per i diversi tipi:

Tipo di locomotiva	Rendimento complessivo a carico 100 %	75 %	50 %
Elettrica	5,79	5,9	4,54
A vapore surriscaldato	3,85	4,83	5,88
A vapore saturo	2,70	3,86	4,47

In pratica il carico del 100% è condizione affatto eccezionale e momentanea: generalmente il coefficente di carico varia dal 30 al 60% e perciò le cifre da mettere a confronto sono quelle segnate nell'ultima colonna.

Un ulteriore incremento di rendimento dal 15% al 50% si otterrà nella locomotiva a vapore coi nuovi perfezionamenti già in corso di applicazione, essa presenterà quindi anche in avvenire un rendimento complessivo assai soddisfacente.

Passiamo all'analisi delle spese:

a) *Spese per il personale.*

Quando si studiò l'impiego della trazione elettrica si pensò che un solo conduttore avrebbe potuto sostituire il macchinista ed il fuochista necessari per la locomotiva a vapore.

In pratica questo non è ammissibile nè conveniente, e sulla locomotiva elettrica bisogna prevedere anche un conduttore di riserva, il quale non avendo nessuna funzione attiva, grava sul bilancio come spesa morta. Inoltre bisogna anche tener conto in questo caso delle spese per il personale addetto alle centrali, alle linee, od altrimenti necessario per gli impianti della trazione elettrica.

b) *Spese di manutenzione.*

Il confronto fra il costo della manutenzione della locomotiva elettrica e quello della locomotiva a vapore, va fatto tenendo presente che nella locomotiva a vapore sono raccolti tutti gli elementi inerenti all'utilizzazione dell'energia termica del carbone, mentre nella trazione elettrica questi sono distribuiti in varii impianti. E perciò, per stabilire il costo di manutenzione della locomotiva elettrica si dovrà tener conto dei costi di manutenzione delle centrali e delle sottostazioni (fabbricati e macchinario), delle linee e relative apparecchiature, delle connessioni alle rotaie, degli apparecchi per attenuare i disturbi provocati dai fenomeni di induzione, ed infine del costo di manutenzione della locomotiva stessa.

L'esercizio a vapore è più elastico dell'esercizio elettrico. La locomotiva a vapore consente di far fronte alle esigenze del traffico impiegando il numero necessario di unità senza preoccupazioni per la potenza della centrale o per il maggior consumo di energia o per il maggiore costo di essa. L'esercizio a vapore non incontra alcuna difficoltà nell'aumentare il numero dei treni, nel distribuirli secondo l'orario più conveniente, nell'assegnare a ciascuna unità il peso rimorchiato che meglio risponda alle esigenze del traffico, avendo riguardo solo alla potenzialità della locomotiva. Al contrario, per raggiungere le condizioni ideali di esercizio colla trazione elettrica noi dovremmo distribuire uniformemente il traffico durante le 24 ore, mentre in realtà esso deve restare subordinato alle esigenze del servizio, agli orari del personale ecc. e non può essere spostato a piacere solo per evitare, ad esempio, le punte di carico.

I fautori della trazione elettrica hanno dato grande importanza alla proprietà del motore elettrico di sviluppare un momento costante, per cui la locomotiva elettrica dovrebbe essere in grado di smuovere treni più pesanti della locomotiva a vapore, a parità di sforzo di trazione e di coefficiente di aderenza. In realtà, una locomotiva ben raramente si trova nelle condizioni di dover smuovere tutto un treno, perchè, generalmente, lo spunto di avviamento viene trasmesso successivamente ai singoli carri, così che la caratteristica del motore elettrico perde assai del suo valore nel campo della pratica. Di più colle moderne locomotive dei tipi più perfezionati si raggiunge uno spunto alla partenza superiore del 20% a quello delle corrispondenti locomotive elettriche.

Il valore dell'accelerazione è invece maggiore colle locomotive elettriche, ma non è escluso però che i perfezionamenti già introdotti nelle caldaie e nei cilindri, assieme agli altri che sono ancora allo studio, per aumentare il peso aderente e migliorare il coefficiente di aderenza, non possano portare la locomotiva a vapore a superare anche sotto questo aspetto la locomotiva elettrica.

Molta importanza si è attribuita alla frenatura a ricupero, facendola apparire come coefficiente di maggiore sicurezza nell'esercizio delle linee a forti pendenze, perchè i treni in discesa avrebbero potuto marciare a velocità costante e regolabile senza l'uso dei freni, anzi, trasformando i propri motori in generatori e restituendo alla linea corrente, la quale avrebbe potuto essere utilizzata dai treni in salita.

Il sistema è però delicato così che sulla Chicago-Milwaukee si ebbe già a lamentare un grave incidente per il mancato funzionamento dei freni. D'altra parte abbiamo esempi di compagnie le quali continuano invece regolarmente e con piena sicurezza da molti anni il proprio esercizio con locomotive a vapore su linee accidentate, con pendenze fino al 22 per mille per tratti di oltre 25 Km e con traffico molto intenso, senza dover lamentare inconvenienti od interruzioni. I treni merci percorrono le discese a velocità media fra i 27 ed i 32 Km-ora, ed i treni viaggiatori a velocità media fra i 40 ed i 50 Km-ora. Questi risultati non hanno nulla da invidiare a quelli ottenuti in condizioni analoghe coll'esercizio elettrico, sulla linea Chicago - Milwaukee & St. Paul.

Si fa l'appunto alla locomotiva a vapore di subire nella stagione fredda una riduzione di potenza.

Per quanto la moderna locomotiva a vapore possa dare anche nell'inverno la sua piena efficienza, il maggiore disperdimento di calore che si verifica in questa stagione riesce realmente a tutto vantaggio della locomotiva elettrica, nella quale i motori vengono sottoposti ad un più efficace raffreddamento.

Tali condizioni però si invertono nella stagione estiva, durante la quale i motori elettrici hanno tendenza a surriscaldarsi in misura pericolosa, specialmente se sottoposti a sovraccarico, e richiedono perciò soste più lunghe alle fermate od altri provvedimenti per migliorare il raffreddamento ed eliminare il pericolo di guasti agli isolanti o di bruciature.

La locomotiva elettrica ha il vantaggio di non richiedere i rifornimenti periodici di acqua e di carbone ad eccezione dei piccoli quantitativi occorrenti d'inverno per il riscaldamento dei treni, nè la manutenzione periodica delle caldaie, la pulizia e le riparazioni, ai focolari. Conviene però notare che, anche colle moderne locomotive a vapore di grande portata e di consumo specifico assai limitato, la necessità dei rifornimenti non disturba in modo sensibile l'esercizio e che, quando tali operazioni possono svolgersi durante le soste già stabilite dall'orario dei treni, il tempo impiegato non deve rappresentare un coefficiente di aumento per il costo della locomotiva-Km. Inoltre i provvedimenti per agevolare la manipolazione del carbone, e lo sgombro delle ceneri e per migliorare la combustione sono in continuo pro-

gresso così, che le soste, per provvedere a questi servizi, riusciranno in avvenire sempre più brevi.

D'altra parte non bisogna dimenticare che neppure la locomotiva elettrica può lavorare continuamente a pieno carico e che anch'essa deve essere messa periodicamente fuori servizio.

Un ultimo punto di raffronto, riguarda la possibilità di infortunii al personale.

Coi progressi realizzati nella costruzione e nei sistemi di prova e di verifica dei vari organi della locomotiva a vapore e colla diffusione sempre maggiore degli apparecchi di sicurezza, i guasti e più particolarmente quelli con conseguenze dannose per il personale, sono oggi assai limitati in relazione al traffico. E' dubbio perciò se siano maggiori i pericoli inerenti al servizio a vapore o quelli che presenta la trazione elettrica ad alta tensione colla possibilità di corti circuiti, contatti accidentali e simili.

★

RELAZIONE ARMSTRONG.

La relazione Armstrong appoggia con cifre e dati di fatto le argomentazioni a favore dell'elettrificazione.

Finora i metodi della trazione ferroviaria hanno seguito strettamente lo sviluppo della locomotiva a vapore, ma oggi appare giustificato guardare ai problemi della trazione ferroviaria dal punto di vista più largo, consentito dalla forza motrice più potente e più elastica che è a nostra disposizione.

La locomotiva è essenzialmente macchina di trazione; le sue caratteristiche sono nettamente definite dalle condizioni del servizio: pendenze massime; coefficiente di aderenza; peso massimo per asse motore e per asse portante; velocità massima ecc. Di più la locomotiva deve essere semplice e robusta, deve consentire elasticità d'esercizio ed importare una manutenzione proporzionata al suo costo.

Stabilite le caratteristiche della trazione pesante nei termini seguenti:

Peso massimo sugli assi motori		Kg.	27 000
» » » » portanti		»	8 000
Coefficiente d'aderenza	in corsa	»	0,18
	da fermo	»	0,25
Pendenze massime			20 ‰
Curve–raggio minimo			170 m
Massimo interasse rigido		m.	5,50
Velocità massima in piano	treni passeggeri	Km/ora	100 ÷ 110
	treni merci	Km/ora	40 ÷ 50
Sforzo di trazione massimo		Kg.	68,000

passa ad esaminare quali siano le condizioni delle locomotive a vapore tipo « Mikado » e « Mallet » che rappresentano quanto di più perfezionato ha dato finora la tecnica e di un tipo di locomotiva elettrica perfettamente realizzabile in base all'esperienza ed alla pratica odierna.

Nella tabella seguente sono riportate le cifre principali di confronto:

Tipo		Mikado	Mallet	Elettrica
Rodiggio		1-D-1	1-D-D-1	1-B-D-D-B-1
Peso per asse motore	Tonn.	27	27	27
Numero degli assi motori		4	8	12
Totale peso aderente	Tonn.	108	216	324
Peso lordo complessivo (compreso il tender)	Tonn.	220	360	350
Sforzo di trazione con coefficiente di aderenza 0,18	Kg.	19600	39200	58500
Peso lordo massimo di un treno sul 20 per mille	Tonn.	955	1910	2870
Peso utile rimorchiato		705	1520	2470
Velocità sulle salite del 20 per mille	Km/ora	23	15	26
HP ai cerchioni		1620	2080	5570
HP indicati con rendimento 0,80		2030	2600	—
Tonn. Km/ora rimorchiate sulle salite del 20 ‰		5900	8300	23700

Dal confronto delle cifre appare come occorrano tre locomotive « Mallet » o quattro « Mikado » per ottenere gli stessi risultati della locomotiva elettrica.

In generale si può affermare che, per la maggior velocità e per l'insensibilità alle variazioni climateriche, la locomotiva elettrica assicura un incremento di capacità del 50% alle linee di montagna a semplice binario, ed è in grado perciò di favorire lo sviluppo del traffico sulle linee che col servizio a vapore sono già arrivate alla saturazione.

Nelle discese la locomotiva elettrica permette di raggiungere la piena sicurezza mediante la frenatura a ricupero. Con essa, a parte il ritorno di corrente alla linea, (che nel caso della Ferrovia Chicago - Milwaukee raggiunge il 14% del consumo totale) si rende possibile la marcia a velocità elevata, e regolabile con tutta sicurezza.

Il costo di manutenzione della locomotiva elettrica, è inferiore a quello della locomotiva a vapore; la sostituzione delle parti di ricambio può farsi così facilmente che non è nemmeno necessario portare la locomotiva all'officina. Solo la tornitura dei cerchioni e la verniciatura, che possono considerarsi come le riparazioni più importanti, richiedono il ricovero in officina.

Il costo di manutenzione delle locomotive elettriche in servizio su tre diverse linee, risultò nel 1919:

	New-Jork Central	Chicago Milwaukee	Butte Anaconda
Numero delle locomotive in servizio	73	45	28
Peso tonnellate	120	295	85
Percorrenza annuale Km.	3.130.000	3.740.000	915.000
Costo di manutenzione per locomotiva Km. in lire (dollaro alla pari)	0,20	0,45	0,20

Invece il costo di manutenzione di una locomotiva tipo « Mallet » si può stabilire oggi in L. 1,85 per Km. Riferendo il costo di manutenzione al peso aderente, risulta che mentre la locomotiva elettrica della Chicago - Milwaukee importa una spesa di cent. 32 per 100 Tonn la locomotiva « Mallet » costa, nelle stesse condizioni, L. 1,25. Aggiungendo a queste le spese per i servizi accessori, si può ben concludere che le locomotive elettriche importano oggi una spesa di manutenzione pari al 25 — 30% di quella necessaria per le corrispondenti locomotive a vapore.

I fautori della trazione a vapore hanno dichiarato esagerato il risparmio di carbone calcolato dagli elettrotecnici. In proposito furono fatte accurate osservazioni sulla Chicago - Milwaukee e fu appunto in seguito al risultato di queste che la compagnia si decise a sostituire completamente le proprie locomotive a vapore. Fu scelto per le osservazioni il percorso fra Harlowton e Three Forks che attraversa un valico delle Montagne Rocciose con una lunghezza di circa 180 Km.

Le stazioni estreme sono ad un'altitudine di circa 1100 metri, mentre il valico raggiunge i 1650 metri. Su tale percorso le locomotive a vapore trainavano treni di 900 Tonn con 26 carri e le locomotive elettriche treni di 2800 Tonn con 64 carri. La velocità dei treni elettrici era leggermente superiore a quella dei treni a vapore. Nel diagramma è indicato il consumo di carbone per Tonn-Km lorda.

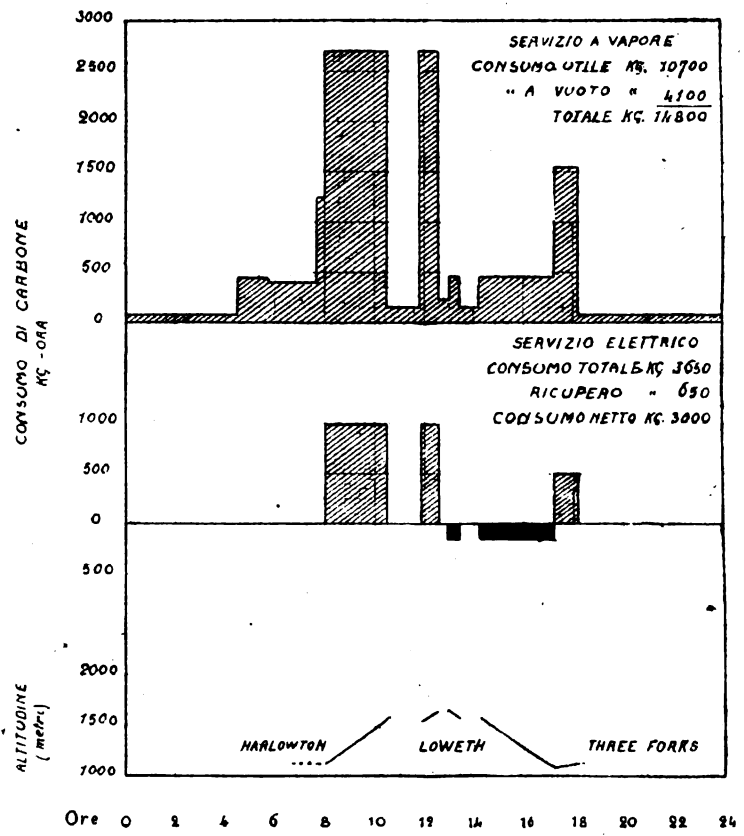



Fig. 1.

Sulle locomotive a vapore si bruciava carbone da 6600 calorie circa per Kg e se ne misurava esattamente il consumo pesando i varii rifornimenti nonchè la rimanenza all'arrivo. Per stabilire il consumo delle locomotive elettriche essendo l'energia generata idraulicamente, si installarono sulle stesse apparecchi di misura registratori accuratamente regolati (Wattmetri, voltmetri ed amperometri) e le indicazioni di questi vennero riportate al consumo in centrale in base ad un coefficiente di rendimento complessivo del 67% il quale è stato calcolato come buona media per impianti in condizioni normali.

La cifra di kWh così ottenuta venne trasformata in peso di carbone in ragione di Kg 1,13 di carbone per kWh che rappresenta una buona media di consumo nelle centrali moderne.

Va poi notato che, mentre la locomotiva elettrica consuma energia solo quando lavora, la locomotiva a vapore consuma carbone per tutte le 24 ore e le perdite a vuoto sono tutt'altro che trascura-

bili. Osservazioni in proposito sul percorso già accennato mostrarono come sopra un consumo totale di 14,8 Tonn il consumo a vuoto raggiungeva i 4100 Kg pari al 27,5% circa.

In queste condizioni è evidente che, per quanti perfezionamenti si possano ancora introdurre nella locomotiva a vapore, non si arriverà mai a portare il suo rendimento all'altezza di quello della locomotiva elettrica.

L'indicazione del consumo riferito alla Tonn-Km riesce alquanto grossolana, perchè non tiene conto delle accidentalità del profilo nè delle condizioni di esercizio.

Nella tabella seguente sono riportate alcune cifre di confronto dei consumi in piano e sulle salite per le locomotive a vapore:

	Salita 20 ‰	Orizzontale
HPora ai cerchioni	123	18,8
» indicati (rendimento 0,80)	154	23,5
Consumo d'acqua per HPora indicato Kg. .	9	7,50
» » » Kg. di carbone . . .	6	8
» di carbone per HPora indicato . .	1,51	0,91
» » » » Tonn./Km. lorda .	0,143	0,013
» » » » » rimor. .	0,180	0,014

Come si vede, il consumo di carbone per Tonn-Km può variare da Kg 0,180 a Kg 0,014 a seconda della natura del percorso e senza tener conto del consumo a vuoto, durante le fermate, nelle discese ecc.

Dati di confronto più esatti si possono ottenere dalle medie delle osservazioni raccolte sullo stesso percorso col servizio a vapore e colla trazione elettrica deducendone il consumo specifico di carbone per HP/ora effettivo ai cerchioni.

Tali osservazioni, raccolte sul percorso Harlowton - Three Forks, danno i seguenti risultati:

	Locomotiva a vapore	Locomotiva elettrica
kWh ai cerchioni	2033	2038
HP/ora	2625	2625
Consumo di carbone per HP/ora ai cerchioni Kg.	4,08	1,40 (1)
Carbone corrispondente al ricupero . . »	—	0,25
Consumo a vuoto (circa 27 %) . . . »	1,12	—
Consumo totale per HP/ora ai cerchioni . .	5,20	1,15

La moderna locomotiva a vapore consumerà certamente meno dei 4.08 Kg per HP/ora, segnati sopra, ma, per qualsiasi perfezionamenti si possano introdurre nei suoi organi i quali sono pur sempre vincolati dalle caratteristiche di mobilità e di leggerezza richieste per il servizio di trazione, non si raggiungerà mai l'economia di consumo dei moderni impianti fissi equipaggiati con turbo-alternatori, tanto più che le perdite fra la centrale e la locomotiva, trovano in questi un compenso nel miglioramento del fattore di carico, che risulta nel complesso del servizio dalla sovrapposizione dei diagrammi di assorbimento dei singoli treni.

Il confronto fra la locomotiva a vapore e la locomotiva elettrica nelle loro attuali condizioni, si può riassumere nelle cifre seguenti:

Tipo di locomotiva		Mikado	Elettrica
Rodiggio		1-D-1	2-B-B-B-B-2
Peso aderente	Tonn.	110	205
Peso totale (compreso il tender)	Tonn.	220	260
Sforzo di trazione con aderenza 0,18	Kg.	19.600	36.600
Peso rimorchiato su pendenze del 10 ‰	Tonn.	650	1280
HP/ora ai cerchioni		4360	8200
Consumo di carbone per HP/ora indicato	Kg.	1,35	—
» » » » » ai cerchioni	»	1,70	—
» a vuoto (in base a prove)		4100	—
» di carbone per HP/ora		0,97	—
» totale di carbone per HP/ora ai cerchioni	Kg.	2,67	—
» di carbone alla centrale per kW/ora		Kg. —	1,13
» » » » » » HP/ora		» —	0,85
» » » per HP/ora ai cerchioni		» —	1,40
Carbone corrispondente al ricupero		» —	0,25
Consumo netto per HP/ora ai cerchioni		» 2,67	1,15
» totale di carbone		» 11,250	9,500
Totale Tonn. Km. rimorchiate		258.000.000	514.000.000
Consumo carbone per Tonn/Km.	Kg.	0,044	0,0185
Rapporto fra i due consumi		2,37	—

In sede di prova con una locomotiva tipo « Mikado » si potranno anche realizzare consumi specifici inferiori ai Kg 1,35 per HP/ora indicato ed un consumo a vuoto pure inferiore ai 4100 Kg, ma la media del consumo annuale complessivo riferita al lavoro utile non riuscirà certamente inferiore ai Kg 2,67 per HP/ora ai cerchioni ed un tale valore sarebbe già assai soddisfacente.

Da quanto abbiamo esposto risulta pienamente giustificata l'affermazione che l'elettrificazione delle nostre linee porterebbe ad una economia di carbone pari ai 2/3 del consumo totale attuale, e pari ad 1/2 circa del consumo che si avrebbe quando tutte le locomotive a vapore fossero dei tipi più perfezionati.

(1) Misurati alla centrale, comprese le perdite in linea e nelle sottostazioni di conversione ammontanti al 32,7 %.

Pur riconoscendo i vantaggi della trazione elettrica, molti ne ritengono proibitivo il costo d'impianto, e perchè gli impianti accessori importano una spesa pari alla spesa d'acquisto delle locomotive, e perchè gli impianti esistenti per la trazione a vapore resterebbero in grande parte inutilizzati e svalutati; ma se si confronta il costo degli impianti completi sulla base degli stessi prezzi unitari, si vede come il costo di una linea elettrica sia press'a poco eguale a quello di una linea a vapore nelle stesse condizioni. Per quanto la locomotiva elettrica costi oggi circa il 50% più di una locomotiva a vapore collo stesso peso aderente, il maggior tonnellaggio che colla prima si può trasportare nello stesso periodo di tempo compensa la maggiore spesa. Inoltre il costo delle locomotive elettriche scemerà sempre più, quanto più potrà svilupparsi, anche per queste, la costruzione in serie. D'altra parte anche la trazione a vapore richiede una quantità di impianti accessori, quali depositi di carbone, serbatoi d'acqua, officine di riparazione e depositi, piattaforme girevoli ecc. i quali importano una spesa pari al 62% della spesa d'acquisto delle locomotive. Pertanto mentre per gli impianti nuovi la trazione elettrica può risultare in molti casi più economica della trazione a vapore, per la trasformazione degli impianti esistenti converrà valutare caso per caso gli utili e le spese e decidere in base alle risultanze del bilancio economico.

Accenniamo infine ad un altro vantaggio dell'elettrificazione consistente nella valorizzazione delle zone abitate, e dei terreni adiacenti alle linee, valorizzazione che, in certi casi, può per se stessa compensare le spese d'impianto.

L'esempio della grande stazione centrale di New-York è una conferma di questa affermazione.

Concludendo, i principali vantaggi della locomotiva elettrica rispetto alla locomotiva a vapore si possono così riassumere:

1) Maggiori sforzi di trazione, velocità più elevate e minore impiego di personale.

2) Influenza trascurabile delle salite in grazia della grande potenza realizzabile.

3) Riduzione dei pericoli nelle discese, colla frenatura a ricupero.

4) Riduzione notevole delle spese di manutenzione.

5) Economia di carbone valutata a 2/3 del consumo attuale.

6) Risparmio delle ricchezze naturali coll'impiego di energia idroelettrica.

7) Riduzione del costo del treno-Km per la maggiore velocità ed il maggiore carico trasportabile.

8) Valorizzazione delle zone adiacenti alle linee elettrificate.

9) Aumento della potenzialità delle linee.

10) Riduzione delle spese d'esercizio per la riduzione dei pesi morti (caldaia e tender) e dei trasporti di carbone i quali oggi rappresentano circa il 20% del movimento delle merci.

11) Riduzione dell'influenza delle condizioni climateriche sull'andamento del servizio.

12) Ritardo della necessità di ampliamenti sulle linee per le quali il traffico sia già arrivato alla saturazione.

13) Buona rimunerazione al capitale in grazia delle notevoli economie d'esercizio.

14) Possibilità di uno sviluppo sempre maggiore del traffico, con una trasformazione radicale degli attuali metodi di esercizio ferroviario.

*

DISCUSSIONE.

La discussione fu aperta dall'Ing. Sprague, uno dei pionieri della trazione elettrica.

Dopo aver accennato allo sviluppo meraviglioso di questa dalla sua prima comparsa nel 1887, afferma come le ragioni di tale sviluppo debbano ricercarsi nelle caratteristiche intrinseche dell'energia elettrica la quale può dare quello che non può darci invece la trazione a vapore. A suo avviso la possibilità della trazione multipla è la caratteristica principale della trazione elettrica e quella che permetterà di risolvere in avvenire i problemi del traffico sulle grandi reti come oggi ha già risolte le congestioni di traffico delle reti urbane ed interurbane.

La locomotiva a vapore, che raccoglie in se stessa la sorgente ed i congegni di utilizzazione dell'energia, ha per questo un certo grado di indipendenza, ma la sua potenza e la sua autonomia sono limitate dalla capacità della caldaia e dalle scorte d'acqua e di carbone.

La locomotiva elettrica è invece semplicemente l'utilizzatrice dell'energia, la quale, generata in impianti fissi, viene trasportata attraverso reti di distribuzione pure fisse. Perciò è consentito disporre le centrali nelle località più acconce per lo sfruttamento delle risorse naturali e mettere a disposizione l'energia necessaria dovunque se ne faccia sentire il bisogno. L'Ing. Sprague prevede un epoca in cui non sarà materialmente più possibile provvedere alle esigenze del traffico aumentando i binarii, allargando gallerie e ponti, ampliando le stazioni. Arrivata a questo punto, la tecnica dovrà cercare per altra via nuove risorse, e dovrà ricorrere all'aumento della velocità e del peso dei treni. Questo sarà possibile solo quando si disponga di una potenza praticamente illimitata quale quella che ci è offerta dal-

l'energia elettrica. Mentre l'elettrificazione delle grandi stazioni capo linea si è già imposta, e va sviluppandosi sempre più l'elettrificazione sulle reti urbane e sulle linee di montagna, non è opera che si possa considerare di attuazione immediata l'elettrificazione dell'intera rete ferroviaria.

Ci si dovrà arrivare per gradi, valutando caso per caso le esigenze del traffico ed il rendimento della trasformazione e sarà opera di saggia amministrazione quella di predisporre gli impianti per soddisfare alle richieste future anzichè lasciarsi precedere da queste e provocare così una paralisi del traffico. E poichè lo sviluppo della trazione elettrica è subordinato alla disponibilità dell'energia, converrà dare largo impulso agli impianti generatori per poter soddisfare alle richieste dei trasporti che segnano un costante incremento.

Seguono i vari interlocutori che raggrupperemo a seconda della tendenza appoggiata, e cominciamo dai fautori della trazione a vapore.

F. Cole, ingegnere capo della « Locomotive Superheater Company » osserva che:

Dall'epoca della sua comparsa la trazione elettrica si è ben poco avvantaggiata di fronte alla trazione a vapore, e finchè la locomotiva a vapore può soddisfare alle esigenze di traffico delle nostre reti non vede la necessità di affrontare l'incognita delle spese di elettrificazione.

Lamenta che le relazioni sui vari impianti di elettrificazione finora eseguiti non abbiano mai fatto conoscere quale ne sia stato il costo effettivo. Riconosce la convenienza della trazione elettrica in circostanze speciali: nel servizio in galleria, nelle grandi stazioni, sulle linee di montagna e nelle zone dove sia disponibile energia idroelettrica a buon mercato.

Dubita che l'economia di carbone possa raggiungere le cifre enormi citate nella relazione Armstrong, mentre invece se si considerano tutte le spese inerenti ai due sistemi di trazione, risulta che la trazione elettrica è assai più costosa della trazione a vapore.

Riguardo al consumo specifico di carbone della locomotiva a vapore, assunto in Kg 3,56 per HP/ora ai cerchioni, osserva che la cifra appare esagerata. Anzitutto il carbone bruciato sulle locomotive rappresenta solo l'88,6% del consumo totale delle ferrovie, perchè il rimanente 11,4% è usato per i servizi accessori di riscaldamento, di officina ecc. La statistica generale del 1918 dà un consumo medio di Kg 0,055 per Tonn-Km. Con locomotive dei tipi più moderni il consumo è ancora inferiore ed arriva a Kg 0,045 per Tonn-Km. A tale consumo a seconda del prezzo di costo del carbone, corrisponde una spesa che varia da L. 0,057 a L. 0,081, cifre che non hanno nulla da invidiare a quella di L. 0,088 che rappresenta il costo medio dell'energia per Tonn-Km colla trazione elettrica.

L'aumento del costo del carbone ha dato impulso a tutti quei provvedimenti di economia che negli anni antecedenti non avrebbero avuto che scarso valore e per essi la moderna locomotiva « Mallet » ha un consumo medio di Kg 1,40 di carbone per HP/ora cioè circa il 40% del valore assunto da Armstrong. Aggiungendo le perdite a vuoto che ammontano circa al 17,5% si arriva ad un consumo di Kg 1,70 per HP/ora pari a Kg 2,3 per kWh.

Confrontando questa cifra con quella di Kg 1,13 per kWh, che rappresenta il consumo in centrale nel caso della trazione elettrica si vede come il risparmio di carbone non possa raggiungere i valori indicati.

La questione dell'elettrificazione è essenzialmente questione economica ed a suo avviso ben poche linee sarebbero oggi in grado di sostenere vantaggiosamente la trasformazione.

F. H. Hardin, ingegnere capo della Ferrovia « New-York - Central » osserva che:

Per stabilire un confronto fra le spese di manutenzione o di esercizio della trazione a vapore e della trazione elettrica bisogna tener conto per quest'ultima di tutte le spese inerenti agli impianti di generazione e di trasmissione dell'energia.

Dopo un accenno alla maggiore percentuale di guasti e di interruzioni che si ha colla trazione elettrica, confuta l'affermazione che le locomotive elettriche non debbano essere ricoverate in officina che per la tornitura dei cerchioni e la verniciatura ed osserva che se la facilità di ricambio di alcune parti è un pregio della locomotiva elettrica, l'efficacia è molto ridotta dalla necessità di ricorrere a pezzi diversi per i differenti tipi di locomotive. In quanto alle cifre osserva che il costo medio di manutenzione della locomotiva « Mallet » impiegata per i servizi più pesanti, è risultato negli anni 1918-19 variabile da L. 0,75 a L. 1,15 per loc.-Km.

Le spese per una locomotiva elettrica avente lo stesso peso aderente si possono ritenere superiori del 50%.

Circa il prezzo d'acquisto fa notare come nel 1917 una sola locomotiva elettrica della Chicago - Milwaukee costava quanto cinque locomotive a vapore e mentre la prima non poteva sviluppare che uno sforzo massimo di trazione di 52 000 Kg queste potevano dare complessivamente 115 000 Kg circa al gancio.

A rettifica del consumo assegnato da Armstrong alla locomotiva « Mallet » di Kg 0,044 di carbone per Tonn-Km afferma che i risultati più recenti danno un consumo di Kg 0,034 — 0,036 per Tonnellata-Km.

Osserva, infine, che per poter adottare per i treni merci le maggiori velocità consentite dalla trazione elettrica, bisognerebbe anzitutto provvedere ad adattarvi i carri i quali nella loro struttura attuale, non potrebbero sopportare i maggiori sforzi imposti dalle maggiori velocità.

W. F. Kiesel, ingegnere della ferrovia di Pensilvania, osserva:

Tutte le caratteristiche di potenza, di velocità, di elasticità di servizio citate come prerogative speciali della locomotiva elettrica, si possono ottenere anche colla locomotiva a vapore. A conferma della sua asserzione egli cita tre tipi di locomotiva: la prima costruita dalla General Electric Company, per la ferrovia Chicago - Milwaukee, che può sviluppare uno sforzo di trazione massimo di 52 000 Kg ed uno sforzo di trazione di 25 500 Kg a 40 Km-ora sulle pendenze del 20 per mille.

Le altre due del tipo Pensilvania: l'una elettrica e l'altra a vapore con 4 cilindri. Entrambe possono sviluppare uno sforzo di trazione massimo di 61 000 Kg in piano. Sulle salite l'influenza dei pesi morti si fa sentire più sulla locomotiva a vapore che sulla locomotiva elettrica, contuttociò sul 20 per mille ed alla velocità di 32 Km-ora entrambe le locomotive possono ancora sviluppare uno sforzo di circa 32 000 Kg. Di più la locomotiva a vapore per velocità superiori agli 80 Km/ora e su qualunque pendenza può sviluppare sforzi di trazione superiori a quelli della locomotiva elettrica della Chicago-Milwaukee. Tenuto conto che il limite di elasticità dei ganci più robusti è oggi di 91 000 Kg non converrebbe costruire locomotive con sforzi massimi superiori ai 60 000 Kg.

Circa le spese di manutenzione osserva che per quanto in un primo tempo possano risultare inferiori per la locomotiva elettrica, questa dopo 10 e 12 anni di servizio richiede riparazioni radicali specie all'equipaggiamento motore, ciò che rende la sua manutenzione più costosa di quella della locomotiva a vapore. Passando all'analisi del consumo di carbone, confuta l'affermazione che la trazione a vapore consumi il doppio di quello che si consumerebbe colla trazione elettrica servita esclusivamente da centrali a vapore. Colla locomotiva a vapore del tipo Pensilvania il consumo di carbone varia da Kg 1,22 a Kg 1,47 per HP netto al gancio e la locomotiva non è provvista di bollitori i quali potrebbero ridurre ancora il consumo specifico. Aggiungendo il 32,5% di perdite a vuoto durante le fermate si arriva ad un consumo medio di Kg 1,80 di carbone per HP al gancio.

Da una inchiesta svolta presso diverse ferrovie è risultato che il consumo minimo di carbone colla trazione elettrica non è inferiore a Kg 1,13 per kWh in centrale con funzionamento a pieno carico. Siccome il coefficiente di carico medio del servizio ferroviario varia da 0,35 a 0,50 è lecito assumere come valore minimo di consumo la cifra di Kg 1,36 di carbone per kWh alle sbarre per cui, calcolando su di un rendimento di 0,75 delle linee di trasmissione e di 0,75 della locomotiva, il consumo specifico per HP ora al gancio risulta di Kg 1,80 di carbone e cioè altrettanto quanto colla trazione a vapore.

Non vede quindi la convenienza di abbandonare i vecchi sistemi per sostituirli con altri assai più costosi e non ancora bene sperimentati, quando da questi non ci si possa ripromettere alcun vantaggio notevole.

Al confronto presentato da Armstrong fra locomotive dei tipi « Mallet » « Mikado », ed elettriche obbietta che mentre i dati relativi alle prime due non sono i migliori che oggi si possano raggiungere nella pratica, quelli relativi alla locomotiva elettrica sono per ora puramente immaginari. Di più mentre si è esagerato il valore del consumo a vuoto per le locomotive a vapore, che in condizioni normali non dovrebbe essere superiore al 15% del consumo totale, si è voluta dare troppa importanza al ricupero che, a suo giudizio, non dovrebbe avere influenza sensibile sull'andamento generale del servizio.

Anch'egli ammette la convenienza dell'elettrificazione in circostanze speciali e precisamente:

1) per il servizio in galleria.
2) nell'interno delle grandi città e nei sobborghi.
3) dove sia disponibile energia idroelettrica a buon mercato.
4) dove sia possibile utilizzare in grandi centrali, giacimenti di combustibili poveri (torbe, ligniti, ecc.).

Sulle grandi reti invece dove la trazione a vapore può dare tutto quanto ci è promesso dall'elettrificazione ed in condizioni altrettanto economiche non appare la convenienza della trasformazione la quale implicherebbe un periodo di transizione di grave disagio per il traffico ed obbligherebbe ad una completa rivoluzione di metodi e di servizi e ad una nuova istruzione ed allenamento del personale.

Infine M. Bean sopraintendente generale della Ferrovia di New-Haven, osserva:

Non è detto che il semplice risparmio di carbone e la possibilità di un maggiore percorso annuale di una locomotiva elettrica possano giustificare la sua adozione poichè occorre tener presente che il costo della locomotiva elettrica, per unità di potenza, è superiore dell'84% a quello della locomotiva a vapore. Circa l'elasticità di servizio, la maggiore velocità ed i più lunghi percorsi citati a favore della locomotiva elettrica, osserva come la loro efficacia si limiti al servizio passeggeri su lunghi percorsi con treni diretti, perchè per il servizio merci il riscaldamento dei motori provocato dai frequenti avviamenti riduce di molto la capacità della locomotiva elettrica abbassandola al di sotto di quella della locomotiva a vapore.

L'oratore non consente coll'affermazione che la locomotiva elettrica richieda meno riparazioni della locomotiva a vapore ed osserva

come il riscaldamento dei cuscinetti, la rottura di molle ed i guasti agli assi ed all'intelaiatura, siano più frequenti nelle locomotive elettriche che nelle locomotive a vapore. Cita, in proposito, l'esempio di una ferrovia che ha dovuto ampliare le proprie officine in seguito all'elettrificazione.

Inoltre se alla locomotiva a vapore si può muovere l'appunto di essere alquanto ingombrata dalla caldaia, anche la struttura della locomotiva elettrica è moltò ingombra di congegni ed apparecchi così che è difficile, se non impossibile trovare il posto, per nuove aggiunte od ampliamenti.

A questo proposito accenna alla proposta affacciata da alcuni costruttori di munire anche le locomotive elettriche di un tender sul quale disporre gli apparecchi di riscaldamento dei treni.

La trazione a vapore ha il vantaggio di permettere lo scambio di materiale fra le diverse reti il che porta grande sollievo al servizio, ed a questo riguardo sarebbe desiderabile che i costruttori elettrici si accordassero per uniformare i tipi delle loro locomotive in modo da non vincolare ciascun impianto ad un diverso tipo di materiale.

Seguono le argomentazioni dei fautori della locomotiva elettrica.

Mr. Quinn, ingegnere capo della ferrovia Norfolk & Western, premette di rivolgere le sue osservazioni essenzialmente al servizio merci che rappresenta la parte più importante del traffico: un indice dello sviluppo del traffico è dato dalla portata dei carri merci, la quale è stata aumentata negli ultimi 10 anni da 50 a 100 Tonn.

Nello stesso periodo di tempo invece il peso delle più potenti locomotive a vapore non è aumentato che del 13%.

D'altra parte le dimensioni verticali e laterali, della locomotiva sono vincolate dalla sagoma limite, perciò la locomotiva non potrebbe svilupparsi che nel senso della lunghezza, ma anche quì la distanza massima dell'interasse rigido oppone dei limiti ben definiti.

Appare pertanto evidente come la locomotiva a vapore debba necessariamente restare in arretrato rispetto alle esigenze del traffico.

Scarsi progressi si sono fatti anche nell'utilizzazione del carbone: nel 1911 il consumo specifico si aggirava sui Kg 2,30 per HP/ora al gancio, oggi tale cifra è scesa a Kg 1,95, i quali, tenendo conto delle perdite a vuoto, corrispondono a Kg 3,20 per kWh. Sulla Norfolk & Western in condizioni d'esercizio analoghe il consumo medio del 1919 colla trazione elettrica fu di Kg 2,25 per kWh al gancio, con un risparmio quindi del 30% sulla trazione a vapore.

I fautori di questa si ripromettono grandi risultati dal progresso nei sistemi di accoppiamento dei cilindri e nel surriscaldamento del vapore, ma se osserviamo quello che in proposito si è raggiunto in 30 anni di prove e di studi, possiamo ben concludere che anche per l'avvenire non sarà quella la via che ci condurrà a risolvere i nostri problemi del traffico.

Si è accennato che l'aumento del peso dei treni potrebbe provocare punte di carico dannose alla centrale: quando questa sia prevista colla necessaria larghezza non c'è ragione di temere al riguardo. L'esercizio sulla Norfolk & Western si svolge con tutta regolarità e senza altre limitazioni all'orario dei treni fuorchè quelle imposte dalle esigenze del traffico; il movimento dei treni, che arriva a 4000 all'anno, è regolato unicamente a mezzo del blocco automatico.

R. Beeuwkes della Chicago - Milwaukee confuta anzitutto le obiezioni mosse alle cifre esposte nella relazione di A. H. Armstrong e ne conferma l'attendibilità.

Circa l'affermazione generica di Muhlfeld, che per poche linee potrebbe trovare giustificazione la spesa di elettrificazione, afferma che i risultati delle linee esercite a trazione elettrica permettono di stabilire con tutta esattezza il bilancio della trasformazione e quindi di concludere caso per caso.

Il confronto fra la locomotiva della Chicago - Milwaukee e quella a vapore potrebbe lasciar credere che la prima rappresenti il limite massimo al quale può arrivare oggi la tecnica, mentre la seconda sia suscettibile di maggiori proporzioni. In realtà si verifica l'opposto.

La potenza della locomotiva elettrica della Chicago - Milwaukee venne stabilita, in base alle esigenze del servizio, per il trasporto di treni del peso di circa 2500 Tonn a 25 Km/ora su pendenze del 10 per mille, ma questo è ben lungi dal rappresentare un limite massimo.

Sulla questione della velocità fa notare come non vi sia alcuna difficoltà per ottenere colla locomotiva elettrica la più ampia serie di velocità e di sforzi di trazione e cita le ultime locomotive della Chicago - Milwaukee con nove velocità; osserva però che la pratica ha dimostrato come una serie di due o tre velocità in corrispondenza ai diversi valori dello sforzo di trazione sia più che sufficiente per assicurare piena elasticità d'esercizio.

Circa il risparmio del carbone afferma che non è questo il pregio principale della trazione elettrica, perchè la sua efficacia, a parità delle altre condizioni, dipende dal costo relativo del carbone e dell'energia elettrica. L'economia principale della trazione elettrica è quella che deriva dalle minori spese di manutenzione, dalle minori spese di personale, dall'aumento del traffico collo stesso movimento di treni, ecc.

Circa gli appunti mossi al sistema regolatore del consumo mediante ritardo della marcia dei treni adottato sulla Chicago - Milwaukee, osserva che in pratica non hanno valore perchè risulta che, quando il coefficiente di carico si mantiene al di sopra del 60%, l'aumento di spesa provocato dal ritardo della marcia dei treni arriva appena al 10%, mentre con un fattore di carico fra il 50% e il 55% l'azione del sistema regolatore è così limitata che non si fa sentire in modo apprezzabile sull'andamento del servizio.

Circa lo spunto d'avviamento osserva che per le linee di montagna non vale l'affermazione che lo spunto si trasmetta successivamente ai singoli carri, e che, in ogni caso, l'avviamento colla trazione elettrica riesce più dolce e non disturba i passeggeri. L'appunto mosso alla frenatura a ricupero per l'incidente verificatosi sulla Chicago - Milwaukee non è accettabile perchè tale incidente dipese esclusivamente dalla disattenzione del macchinista che non manovrò a tempo il controller e dal suo smarrimento successivo che gli impedì di ricorrere al freno ad aria, e non è assolutamente imputabile al sistema di frenatura a ricupero.

Circa i futuri perfezionamenti della locomotiva a vapore, sui quali fanno tanto assegnamento i suoi fautori, gli sembra che a maggior ragione sia lecito aspettarsene dalla locomotiva elettrica la quale ha dietro di sè un periodo di esperienza assai più breve.

A. W. Gibbs, ingegnere capo della « Pennsylvania » riassume e conclude in questi termini:

Le relazioni Muhlfeld e Armstrong peccano entrambe di eccessivo ottimismo: le cifre di confronto fornite da Armstrong sono il risultato di osservazioni fatte su di una linea di montagna dove le locomotive elettriche si trovano nelle migliori condizioni di lavoro e le locomotive a vapore invece nelle peggiori condizioni. Non è lecito quindi generalizzarne i risultati.

A conferma cita le seguenti caratteristiche delle più recenti locomotive a vapore nelle quali è stato curato essenzialmente il miglior sfruttamento del vapore con pressioni maggiori e maggiori sezioni dei cilindri.

Rodiggio		1 - E
Peso lordo (compreso il tender)	Tonn.	235
Peso aderente	»	155
Sforzo di trazione a 25 Km/ora	Kg.	26.500
» » » » 40 »	»	19.500
Peso netto rimorchiato a 25 Km/ora	Tonn.	1050
40 »	»	700
Consumo di carbone per HP/ora a 25 Km/ora	Kg.	1,26
» 40 »	»	1,72

A suo avviso i perfezionamenti introdotti nella locomotiva a vapore hanno ristretto assai il campo di sfruttamento della locomotiva elettrica.

Circa le perdite a vuoto della locomotiva a vapore, osserva come ne sia difficilissima una valutazione esatta essendo esse in stretta relazione colla natura del servizio al quale le locomotive sono adibite.

Per ridurle, converrà in ogni caso elevare quanto più possibile la media del percorso giornaliero delle locomotive.

Sotto questo aspetto la locomotiva elettrica è più vantaggiosa, purchè il movimento dei treni sia tale da assorbire costantemente in pieno l'energia generata in centrale.

Sulla questione della velocità fa notare che per le linee a denso traffico, che sono quelle che meglio si prestano all'elettrificazione, i risultati migliori di esercizio si ottengono non aumentando la velocità di talune categorie di treni, ma stabilendo una unica velocità uniforme per tutti i treni. Se si potranno costruire locomotive elettriche le quali consentano di raggiungere anche coi treni merci la velocità dei treni passeggeri, si otterranno notevoli vantaggi. Per le spese di manutenzione osserva che le cifre relative al periodo post-bellico non hanno valore data l'irregolarità del mercato, mentre quelle del periodo anteriore non possono rappresentare uno stato di regime dato il breve servizio delle locomotive elettriche considerate. Di più alla spesa propria delle locomotive, bisognerebbe aggiungere anche quelle relative agli impianti accessori.

Riguardo alle possibilità future della trazione elettrica nell'esercizio ferroviario è d'avviso che l'elettrificazione non potrà mai abolire completamente la locomotiva a vapore e tutti gli impianti ad essa collegati, perchè la trazione a vapore costituirà sempre una riserva del servizio.

Alle argomentazioni della relazione Muhlfed, oppone che molti dei perfezionamenti attuati nella locomotiva a vapore non rappresentano che una condizione potenziale perchè la loro efficacia dipende esclusivamente dalla diligenza del personale incaricato della manovra dei vari congegni. Perciò, perfezionare la locomotiva a vapore significa sopratutto educare il personale alla maggiore diligenza e scrupolosità nel servizio.

Concludendo:

la maggiore potenza e la maggiore velocità sono certamente caratteristiche vantaggiose della locomotiva elettrica. Per decidere però sulla convenienza dell'elettrificazione converrà valutare caso per caso i risultati della trasformazione in base alle condizioni locali.

Furono sempre queste, e non considerazioni generiche, che decisero le elettrificazioni.

Per le reti costituite da una linea principale con diramazioni secondarie, la questione si presenta più complessa perchè mentre sulle linee secondarie la locomotiva elettrica sarebbe male sfruttata con un percorso annuale necessariamente limitato, l'elettrificazione della sola linea principale obbligherebbe ad un servizio misto nelle stazioni di diramazione e quindi a mantenere in attività il doppio servizio su tutta la rete.

(g. a. r.)

:: SUNTI E SOMMARI ::

APPARECCHI DI PROTEZIONE.

M. E. SKINNER — **Reattanze per circuiti trifasi.** (Electrical Journal, gennaio 1921, pag. 23.

Quando occorra introdurre in un circuito trifase, delle reattanze intese a limitare gli eccessi di corrente, si ricorre usualmente a tre bobine di reattanza monofasi. L'autore si preoccupa del molto spazio occupato da installazioni di questo tipo, tanto che ciò può costituire una seria difficoltà quando si debbano impiantare tali bobine in edifici già costruiti. A risolvere tale difficoltà può spesso tornare utile di usare delle bobine di reazione trifasi.

Bisogna in tal caso tenere conto della induttanza mutua delle tre bobine fra loro. In figura 1 sono rappresentati tre diversi modi di collegamento delle bobine coi relativi diagrammi vettoriali; si è supposto che l'induttanza mutua di due bobine vicine sia il 20% dell'auto-

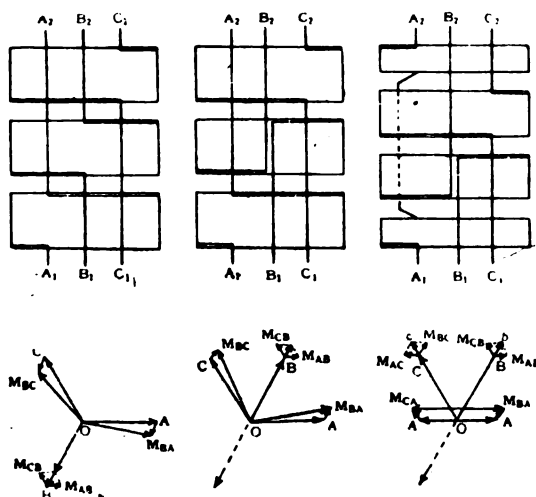



Fig. 1.

induzione di una bobina; si è trascurata l'induzione mutua delle due bobine estreme perchè troppo lontane fra loro.

Detti A, B, C i tre vettori delle tensioni nelle tre bobine, e M_{AB}, M_{BC}, ecc., i vettori dell'induzione mutua, risulta dai diagrammi che le tensioni risultanti dalla somma dei due vettori, non sono eguali fra loro,

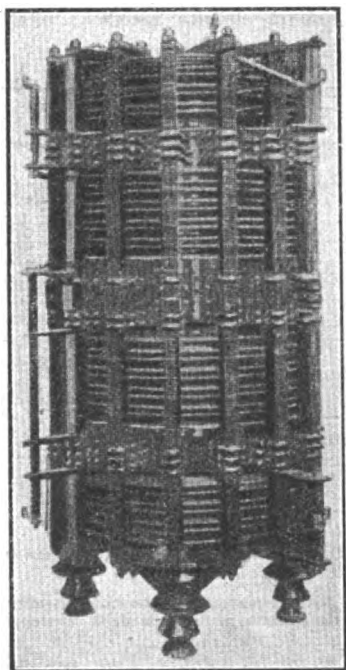



Fig. 2

sono di valore minore delle tensioni di autoinduzione, e che lo sfasamento non è più di 120°. Nel secondo schema si è invertita una fase. Sia nel primo che nel secondo schema si può ottenere che le tensioni risultanti sieno eguali fra loro aumentando o diminuendo i giri delle due bobine estreme, ma permane sempre l'alterazione nello sfasamento.

Collo schema 3 della figura 1 si riesce invece ad ottenere tre vettori risultanti eguali fra loro e sfasati di 120°. Una delle matasse è divisa in due parti che costituiscono le bobine di estremità del complesso. Come si vede dal diagramma, la tensione nella fase A, è $M_{OA} - M_{BA}$ la tensione nella fase B è $o - b$ e quello nella fase C è $o - c$.

L'autore raccomanda i due ultimi schemi anche per considerazioni meccaniche. Infatti l'armatura della bobina si costruisce di materiale isolante e resistente al fuoco; materiali di questo genere hanno sempre piccola resistenza alla tensione. Ora nel primo schema le bobine tendono a respingersi mutualmente e cagionerebbero perciò una sollecitazione di tensione nell'armatura; invece negli altri due, le bobine tendono ad avvicinarsi, evitando il pericolo di rottura della armatura.

Il guadagno di spazio ottenuto con una bobina trifase in confronto a tre monofasi è stimato dall'autore come da 3 a 2.

Un inconveniente abbastanza grave è però segnalato dall'autore stesso. Quando si tratti di correnti così intense da richiedere un avvolgimento composto da più fili in parallelo, dato il modo con cui essi devono essere avvolti per ottenere una uniforme distribuzione di corrente, alcune delle estremità dei fili vengono a trovarsi nell'interno della bobina. Nel caso della bobina trifase, vi è qualche difficoltà ad assicurare un sufficiente isolamento all'uscita di queste estremità interne dei fili dal corpo della bobina.

L'autore cita un impianto di 60 bobine di questo tipo in ottimo funzionamento da due anni a Cleveland: i dati di tali bobine sono i seguenti: 119 kVA; 200 A; 198 V di caduta per fase; 60 periodi; 11 400 V di tensione.

R. S. N.

* *

COSTRUZIONI.

E. D. EBY — **Manicotti isolanti intercambiabili per apparecchi ad alta tensione.** (Gen. El. Rev., novembre 1919, pag. 865).

Con l'aumento delle tensioni e dell'entità degli impianti elettrici, con l'allacciamento delle reti e col bisogno sempre maggiormente sentito di premunirsi contro ogni interruzione del servizio è sorta anche la necessità di dedicare maggior attenzione ai manicotti isolanti ter-

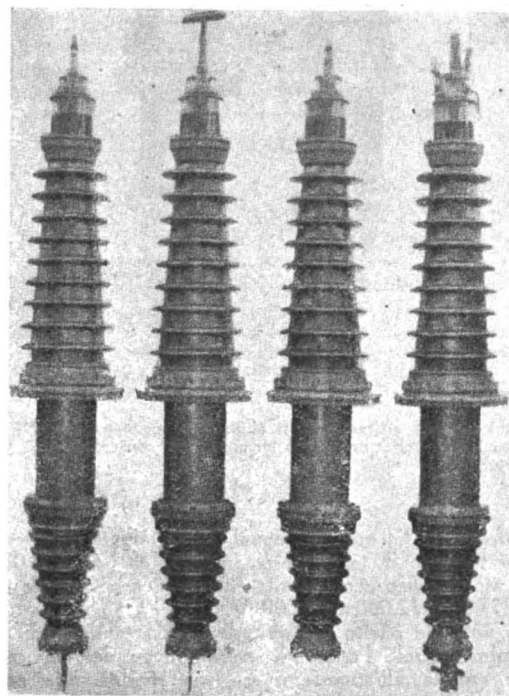



Fig. 1. — Manicotti per alta tensione, tipo F 2, per 400 A, con pezzi terminali rimovibili per servire successivamente (da sinistra a destra) con trasformatori, scaricatori, interruttori in olio e trasformatori di misura amperometrici.

minali degli apparecchi ad alta tensione, tanto che la G. E. C. è venuta nella determinazione di istituire un reparto appositamente dedicato allo studio dei problemi inerenti a questi manicotti, al loro progetto ed alla loro fabbricazione. Sono nettamente divisi i tipi per tensioni inferiori a 73.000 V, di tipo « pieno », da quelli per tensioni superiori, di tipo « a riempimento ». Il presente articolo si occupa solo dei secondi.

I tipi correntemente costruiti per tensioni via via crescenti da 73 000 a 250.000 V corrispondono tutti al concetto dell'unificazione; requisiti fondamentali sono inoltre l'assoluto affidamento di ininterrotto ser-

vizio e la intercambiabilità, come ne fa fede la fig. 1, dalla quale si rileva come lo stesso manicotto, con la sola applicazione del pezzo terminale opportuno, rimovibile, possa servire per trasformatori scaricatori, interruttori in olio e trasformatori di corrente per apparecchi di misura. Inoltre la fig. 2 mostra i due tipi che, a parità d'altre condizioni, servono l'uno per forti altitudini, l'altro per altitudini ordinarie.

La tensione di targa dei manicotti deve essere in relazione con quella normale massima di esercizio del circuito al quale appartengono, ed anzi in ogni caso non deve esserne inferiore. Il coefficiente di sicurezza fissato per le prove è basato sulle specificazioni dell'A. I. E. E. per prove di tensione di apparecchi ad alta tensione, che prescrivono la tensione massima di prova pari a 2,25 volte quella normale di linea più 2000 V. L'esperienza ha infatti dimostrato che mentre con coefficienti anche di poco inferiori si sono avute occasionalmente delle scariche disruptive fra il conduttore entrante nel manicotto ed il cassone messo a terra dell'apparecchio sottostante, quando l'accennata sicurezza è stata raggiunta o di poco superata, nessun inconveniente si è presentato.

L'effetto dell'altitudine sulla tensione disruptiva dei manicotti è analogo a quello che essa esercita su altri tipi di scarica, ad esempio dei parafulmini e degli isolatori di linea. Una serie di esperienze condotte con manicotti la cui tensione di targa era di 154 000 V, ha dimostrato che, chiamando 1 la tensione disruptiva al livello del mare, essa si riduce successivamente a 0,94, 0,89, 0,81, 0,73, 0,66 del suo valore a 500, 1000, 2000, 3000, 4000 m d'altitudine, con decremento pressochè lineare. In ugual modo dovrà per conseguenza diminuire la tensione di targa del manicotto, che da 154 000 V, per riferirsi al caso specifico accennato, scenderà successivamente a 145 000, 137 000, 125 000, 112 000, 102 000 V.

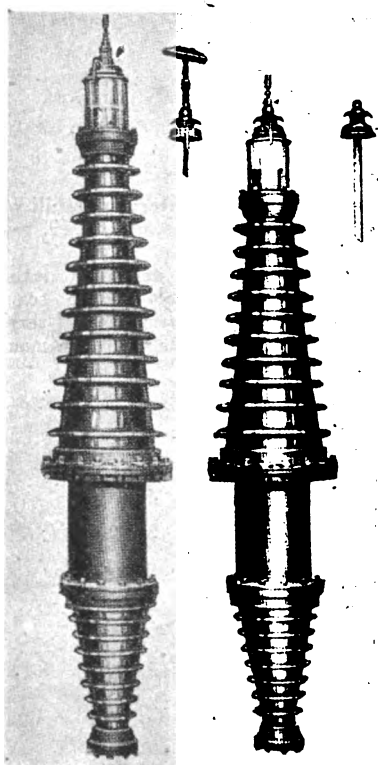



Fig. 2. — Manicotti per altitudini forti (sinistra) e ordinarie (destra) equipaggiati per trasformatori; nel centro pezzo terminale per scaricatori, a destra per interruttori in olio.

Questo notevole effetto dell'altitudine sulla tensione di targa concerne naturalmente solo l'estremità esterna libera del manicotto la cui superficie è esposta all'atmosfera. La sua rigidità alla perforazione non ne è influenzata e così neppure la resistenza della superficie isolante interna, interamente immersa nell'olio dell'apparecchio. Per tale ragione per gli impianti a grandi altitudini, particolarmente superiori ai 1200 m circa, sono previsti manicotti speciali, la cui parte superiore è stata allungata per aumentare la distanza esplosiva in corrispondenza della diminuita rigidità dielettrica dell'aria a tale altezza. Come si vede dalla fig. 2, nulla invece è modificato al disotto della flangia d'attacco alla parete dell'apparecchio.

Anche la temperatura ambiente influisce sulla tensione disruptiva dei manicotti, e precisamente la differenza di 1° centigrado equivale alla variazione d'altitudine di 30 m circa. Queste variazioni di temperatura però, esistendo esse a tutte le altitudini, devono essere già tenute presenti nel fissare il coefficiente di sicurezza. Anche altre cause occasionali, come la nettezza e l'umidità della superficie esterna del manicotto, ed in particolare la pioggia, se trattasi di apparecchi all'aperto, influiscono notevolmente sulla tensione disruptiva; anche queste però, non essendo caratteristiche delle singole altitudini, devono essere sempre tenute presenti e perciò conglobate nel coefficiente di sicurezza, che scelto nel modo accennato, si è sempre rivelato sufficiente.

Si potrebbe anche pensare di fissare per il manicotto un grado di isolamento che si trovasse in qualche determinata relazione coll'isolamento della linea cui appartiene. Data però la grande variabilità dell'isolamento di un impianto non solo col tempo ma anche da punto a punto, qualsiasi specificazione del genere sarebbe illusoria. Conviene piuttosto prendere come termine di confronto gli scaricatori delle sovratensioni. Le prove hanno dimostrato che la scarica disruptiva dei manicotti unificati, di cui è oggetto il presente studio, è molto tarda a presentarsi con le sovratensioni ad alta frequenza, pregio questo assai notevole, assicurando esso che la scarica avvenga prima là dove deve avvenire, cioè per gli scaricatori, e non per il manicotto. Per garantirsi poi contro le sovratensioni di bassa frequenza conviene che, a 60 periodi, la tensione disruptiva del manicotto sia almeno il doppio di quella degli scaricatori. Tale valore risulta dal valore teorico dell'onda riflessa. Considerando un'onda di tensione di valore appena inferiore alla tensione disruptiva dello scaricatore, questo non la scaricherà ed essa passerà oltre fino agli apparecchi d'impianto, dove verrà riflessa, assumendo così valore doppio di quello iniziale. In queste condizioni il manicotto deve ancora resistere, ed allora l'onda raddoppiata verrà scaricata appena raggiunge lo scaricatore.

L'insieme delle considerazioni che precedono hanno indotto i costruttori a non classificare i manicotti semplicemente secondo la tensione massima ammissibile, ma di dare ad essi piuttosto dei contrassegni in lettere, F1, F2, F3 ecc., per quelli per ordinarie altitudini, F1A, F2A, F3A ecc. per quelli per forti altitudini. Questi simboli contraddistinguono i diversi manicotti per quanto riguarda tutti i loro particolari, all'infuori del valore della corrente massima che possono portare. In questo modo lo stesso manicotto può impiegarsi in impianti di diversa tensione a diverse altitudini con lo stesso coefficiente di sicurezza, senza contraddire le indicazioni di targa.

Come già accennato, uno dei requisiti fondamentali dei manicotti è l'assoluto affidamento di ininterrotto servizio; il manicotto deve resistere a tutte le condizioni normali ed anormali di funzionamento, che si possano presentare.

Fra le principali di queste condizioni vi è quella che esso possa resistere, senza subire perforazione o deterioramente della parte isolante, anche a tensioni notevolmente superiori a quella disruptiva, ovverossia che esso possa sopportare impunemente un numero indefinito di scariche disruptive. Deve dunque la sua sicurezza contro la perforazione essere notevolmente superiore alla sicurezza contro la scarica disruptiva superficiale.

Altra caretteristica notevole è l'elemento tempo relativo alla scarica disruptiva. Mentre gli scaricatori in genere devono essere rapidi nello scaricare le sovratensioni, il manicotto deve essere tardo. Di ambedue queste condizioni è stato tenuto conto nello studio dei manicotti in parola.

Per quanto riguarda la scarica disruptiva con superficie esterna del manicotto bagnata, si è trovato che in condizioni ordinarie di pioggia la tensione di scarica varia dal 70 al 90% di quella asciutta. Vi ha però grandissima influenza la purezza dell'acqua dalla quale dipende la sua resistenza elettrica specifica; infatti con acqua della resistenza di 10 000 ohm-cm la tensione disruptiva si è ridotta solo all'80% del valore che aveva la superficie asciutta, mentre con acqua da 2000 ohm-cm la riduzione è arrivata al 55%. La fig. 3 dà la legge che è seguita da questa riduzione.

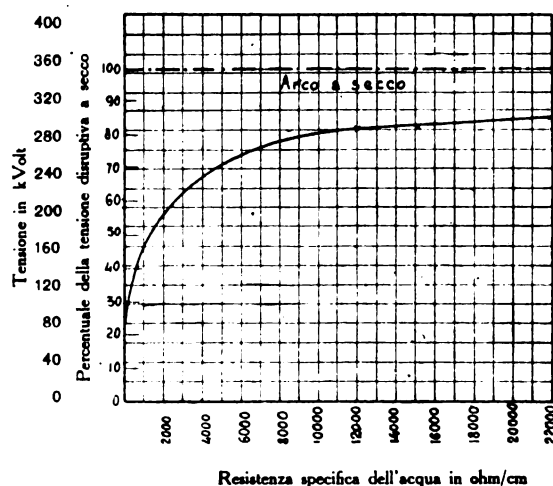



Fig. 3. — Diagramma della variazione della tensione disruptiva per manicotti bagnati in percento di quella asciutta, in funzione della resistenza elettrica specifica dell'acqua.

Per non deteriorarsi coll'uso sotto le tensioni ordinarie d'esercizio la superficie isolante del manicotto non deve presentare affatto il fenomeno corona nè alla tensione ordinaria, nè possibilmente a tensione doppia di questa, o comunque a tensioni che si presentano ripetutamente. Per ottenere ciò è necessario avere una distribuzione uniforme dei potenziali lungo la superficie isolante esterna del manicotto, cosa pure ottenuta molto soddisfacentemente nel tipo descritto, come lo illustra il diagramma della fig. 4. Questa distribuzione superficiale uniforme fa sì che la tensione disruptiva diviene

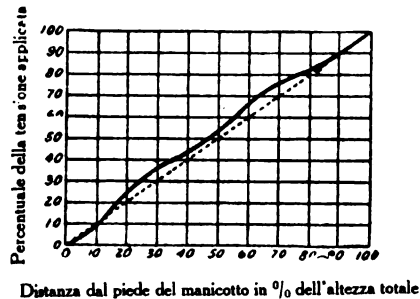



Fig. 4. — Diagramma dell'andamento dei potenziali lungo la superficie del manicotto in percento della tensione applicata, e in funzione della distanza percentuale da piede del manicotto.

proporzionale alla distanza disruptiva attraverso l'aria dal conduttore uscente dall'estremità libera del manicotto alla superficie messa a terra su cui appoggia con la sua flangia. Le tensioni di targa dei manicotti risultano così direttamente proporzionali alle loro dimensioni lineari. L'assenza della corona sulla superficie isolante fino a tensioni prossime a quella disruptiva costituisce una protezione della superficie stessa contro il riscaldamento, sempre pericoloso per il buon isolamento. L'effetto corona invece esiste prima della scarica sulle parti metalliche terminali, e qui, rappresentando esso una dissipazione di energia, serve utilmente ad aumentare il tempo precedente la scarica e perciò a rendere più tardo il manicotto.

All'estremità inferiore del manicotto, cioè nell'interno del cassone d'olio dell'apparecchio cui esso è applicato, il fenomeno corona è interamente eliminato mediante l'uso di una camicia metallica messa a terra, che forma la parte più centrale dell'involucro esterno del manicotto. Superiormente questa è formata a flangia, onde attaccarsi al coperchio del cassone; inferiormente si protende fino nell'olio dell'apparecchio. Così tutta la parte esposta della superficie del manicotto interna al cassone è a potenziale della terra e non possono esistere differenze di potenziale lungo essa, nè può verificarsi il fenomeno corona o scarica statica nello spazio superiore al livello d'olio. Ciò è essenziale per premunirsi contro la possibilità di esplosione dei gas che possono essere contenuti nello spazio d'aria superiore all'olio.

Questi manicotti sono tutti predisposti per portare la corrente di targa del circuito con aumenti di temperatura tali da non compromettere l'isolamento e comunque da non eccedere le specificazioni stabilite. Il circuito destinato a portare la corrente attraverso il manicotto, del quale sarà parola in seguito, è diversamente costituito se trattasi di trasformatori o di interruttori in olio.

I manicotti a riempimento finora trattati constano costruttivamente di un involucro esterno di porcellana e ferro, attraverso il quale passa, da parte a parte, un tubo metallico circondato da barriere isolanti, spaziate concentricamente in modo da formare degli interstizi anulari cilindrici riempiti d'olio o di altro composto isolante. Gli involucri di porcellana sono due per ciascun manicotto, uno superiore alla flangia d'attacco, l'altro inferiore, ciascuno in un solo pezzo. L'attacco dell'involucro in porcellana alle parti adiacenti metalliche è illustrato dalla fig. 5. L'estremità scanalata e rastremata della parte in porcellana è circondata da un anello a flangia metallico, fissato ad essa mediante cemento Portland. Ambedue queste parti, terminate rigorosamente a livello, appoggiano sopra un anello verniciato di sughero, che le separa dalla parte metallica inferiore, alla quale l'anello a flangia viene bullonato. Si ottiene così un giunto la cui impermeabilità dipende dalla bontà delle bullonature ed il quale in pratica ha dato ottima prova.

Il tubo metallico centrale, passante da parte a parte attraverso il manicotto, serve nel caso di trasformatori o scaricatori da condotto per ricevere il cavo conduttore che collega l'apparecchio sottostante al morsetto con cui termina il manicotto superiormente. Nel caso degli interruttori in olio invece il tubo stesso fa da conduttore. Infine nel caso di trasformatori di corrente per misura il tubo costituisce il conduttore di andata e un'asta metallica posta in esso, isolata dal tubo, forma quello di ritorno, cosicchè tali trasformatori portano un solo manicotto. Lo spazio circostante al tubo è diviso, come si è detto, in tanti anelli cilindrici da barriere isolanti, destinate ad obbligare l'olio a circolare longitudinalmente nel manicotto e ad aumentare la resistenza alla perforazione del manicotto stesso. L'estremità superiore del manicotto porta un vaso d'espansione in vetro, che serve contemporaneamente da indicatore del livello d'olio. L'estremità inferiore invece porta un rubinetto per poter togliere l'olio in caso di necessità.

Ogni manicotto reca una targa con le sue caratteristiche ed un'altra con le norme precauzionali relative al suo uso. L'olio in essi contenuto è generalmente dello stesso tipo di quello usato negli apparecchi; in luogo dell'olio minerale ordinario, alle volte i manicotti sono riempiti di una miscela densa di olii di resina.

Come già accennato, altra caratteristica di questi manicotti è la loro intercambiabilità fra apparecchi ad alta tensione di natura diversa; a tale riguardo poco rimane da aggiungere a quanto indica la fig. 1 ed agli altri cenni già dati nel corso dell'articolo. E' notevole il fatto che la connessione per trasformatori e scaricatori si fa all'estremità superiore del manicotto dopo aver passato il cavetto conduttore flessibile nel tubo centrale di esso, e tutto ciò senza aprire affatto il cassone dell'apparecchio o tanto meno rimuovere l'olio. Più complessa è la connessione agli interruttori, la quale, servendo il tubo stesso da conduttore, deve esser fatta nell'interno del cassone e varia di tipo a seconda delle caratteristiche dell'interruttore stesso. Con gli scaricatori, specialmente con quelli a celle d'alluminio, il polo d'uscita verso la terra è provvisto generalmente di manicotto molto più piccolo, non intercambiabile con gli altri, ma di tipo analogo.

Manicotti speciali di tipo del tutto analogo a quelli descritti ed in parte costituiti degli stessi elementi unificati sono stati anche predisposti per servire come passa-muri e passa-tetti per l'entrata delle linee ad alta tensione negli edifici.

acs.

Removable cable conductor for transformers and arresters	=	Cavetto conduttore rimovibile per trasformatori e scaricatori
Central metal tube	=	Tubo centrale metallico
Metal equalizer	=	Egualizzatore metallico
Insulating cylinders	=	Cilindri isolanti
Porcelain shell	=	Involucro di porcellana
Ground shield (metal)	=	Camicia metallica messa a terra
Portland cement	=	Cemento Portland
Clamping ring	=	Anello a flangia metallico
Composition cork	=	Anello di sughero
Supporting ring	=	Supporto metallico ad anello
Cover gasket	=	Anello di tenuta
Tank cover	=	Coperchio del cassone

Fig. 5. — Particolari costruttivi del manicotto e del suo attacco.

★ ★

ELETTROFISICA.

B. NANNEI — **Azione della luce sulla conducibilità calorifica del selenio.** (N. Cimento, nov.-dic. 1920, vol. XX, n. 11-12, pag. 185).

Com'è noto, Bellati e Lussana (1) nel 1887 trovarono che la luce favorisce la conducibilità calorifica del selenio e che la variazione percentuale della conducibilità termica si accorda bene con la variazione percentuale della conducibilità elettrica. Più tardi invece, nel 1915, il Sieg (2) giunse alla conclusione, che la conducibilità termica del selenio non viene aumentata, con l'illuminazione, in modo apprezzabile. L'A. si propose di decidere la questione ripetendo prima le esperienze con i due metodi precedentemente seguiti, anche con eventuali modificazioni, ed in seguito di adottare un nuovo metodo, il quale servisse a maggiormente confermare il comportamento del selenio a questo riguardo.

Seguendo il procedimento usato da Bellati e Lussana, l'A. applicò il metodo delle isoterme, riscaldando un punto di una delle faccie di un disco di selenio e misurando sull'altra faccia, cosparsa di ioduro doppio di rame e mercurio, il diametro dell'isoterma corrispondente alla temperatura di trasformazione dell'ioduro, quando la faccia riscaldata del selenio era al buio od illuminata. Opportune coppie termoelettriche poste sulla faccia riscaldata del disco, a qualche distanza dall'isoterma, indicavano l'aumento di temperatura dovuto alla sorgente luminosa. Questo metodo dette risultati analoghi a quelli già ottenuti da Bellati e Lussana, anche quando vi furono introdotte alcune modificazioni. Per es. indicando con R il rapporto delle conducibilità calorifiche del selenio al buio ed alla luce, ottenuto facendo il rapporto fra il quadrato del diametro dell'isoterma quando il disco era illuminato e quando era al buio, l'A. ottenne, in una serie di osservazioni a temperature crescenti, per R i valori

1,27 1,24 1,18 1,17

Facendo invece, per lo stesso disco, il rapporto fra la conducibilità elettrica del selenio illuminato e del selenio al buio R risultò in media uguale a 2.

Il Sieg sperimentava su un cristallo isolato di selenio e confrontava la conduttività termica del selenio con quella del vetro, con un metodo originariamente ideato dal Christiansen e dal Sieg perfezionato. Sin dall'inizio l'A. credette opportuno introdurre alcune modificazioni, poichè nelle misure fatte applicando il metodo direttamente, non rilevò alcuna variazione nella conducibilità calorifica e piccole variazioni nella conducibilità elettrica. Infatti il Sieg poneva una pila di dischi rame, vetro, rame, selenio, rame tra uno scaldatore elettrico ed una scatoletta di ottone, attraverso la quale circolava acqua fredda. Questa pila era circondata a breve distanza, da una pila di anelli rame, vetro, rame, vetro, rame, la quale funzionava da anello di guardia. A contatto coi vari dischi di rame vi erano termo-coppie rame-costantana le quali ne misuravano la temperatura; ciò permetteva di calcolare la conducibilità calorifica del selenio rispetto a quella del vetro quando il selenio si trovava all'oscuro oppure era illuminato lungo una parte del suo contorno attraverso gli anelli di vetro. L'A. invece, in una prima serie di esperienze racchiuse i dischi in una custodia di ebanite, rivestita internamente da specchi e munita di una finestra laterale chiusa da una lastrina di vetro, di modo che quando si avvicinava la sorgente luminosa, tutto il bordo del disco era illuminato, parte direttamente e parte per riflessione. In una seconda serie, per poter illuminare meglio il selenio, tolse dalla pila il disco di rame superiore e lasciò al suo posto la sola pinza termoelettrica e, di più, allo scaldatore, usato precedentemente, sostituì un tubetto di ottone b (v. fig. 1) aperto alle due estremità le cui pareti interne erano tappezzate dalla spiralina riscaldante s; l'estremità superiore di questo tubetto veniva chiusa con una lastrina di mica m, mentre l'inferiore poggiava sul coperchio della custodia di ebanite c in corrispondenza ad un foro praticato in essa. Al di sopra della pila formata dai dischetti di selenio, rame, vetro furono poste due laminette verticali l di ottone, i cui bordi poggiavano da una parte contro i dischi e dall'altra erano fissi alla custodia. In questo modo la faccia superiore del selenio poteva essere liberamente illuminata attraverso la lastrina di mica.

Fig. 1.

Nella prima serie di esperienze eseguita su due dischi differenti di selenio l'A. ottenne per R (rapporto delle conducibilità calorifiche del selenio illuminato ed all'oscuro nell'intervallo di temperatura (14°,75 - 16°,83 c.) e (16°,13 - 22°,18 c) i valori per temperature crescenti

1,06 1,08 1,04 ; 1,07 1,03 1,00

Nella seconda disposizione nell'intervallo di temperatura (12°,26 - 23°,09 c) ottenne in una serie, per temperature crescenti

1,24 1,17 1,17 1,18 1,23 1,07 1,05 1,01

Il Sieg aveva operato nell'intervallo (22° - 97° c).

L'A. fece finalmente una terza prova ricorrendo ad una cella Ruhmer formata da due fili di rame avvolti ad elica su un sostegno isolante. In mezzo al binario dei due fili trovavasi il selenio, colatovi in fusione, per uno strato molto sottile. Facendo percorrere l'uno dei fili di rame da corrente d'intensità costante ed osservando la variazione di resistenza (ricorrendo al doppio ponte di Thomson) dell'altro filo, prodotta dall'aumento di temperatura dovuto al calore che gli proveniva attraverso lo strato di selenio quando questo era al buio e quando veniva illuminato, il rapporto R delle conducibilità, per valori crescenti della intensità di corrente, nell'intervallo (0,25 - 0,45 amp) risultò:

1,23 1,23 1,15 1,11 1,10

Concludendo: risulta, da tutte le determinazioni eseguite dall'A. che la conducibilità termica del selenio cristallizzato è aumentata dall'illuminazione, ma in misura minore di quanto si osserva per la conducibilità elettrica. L'influenza della luce sembra diminuire con l'aumentare della temperatura, ciò che probabilmente spiega il risultato negativo delle esperienze del Sieg.

(1) Atti del R. Istituto Veneto, 1887, serie 6ª, vol. V.
(2) Phys. Rev., settembre 1915, vol. VI, pag. 213.

★ ★

FISICA.

G. POLVANI — **Saggio d'estensione della teoria cinetica del Boltzmann al caso di forze esterne dipendenti dalle velocità molecolari.** (N. Cimento, aprile-giugno 1920, vol. XIX, serie 6, pag. 173 e 225).

Prima di riportare i risultati ai quali è giunto l'A. nella sua monografia crediamo utile ricordare che la teoria cinetica dei gas, ideata dal Bernoulli (1) e molto più tardi ripresa dal Joule (2), Krönig (3) e Clausius (4), ricevette un contributo particolarmente importante dal Maxwell con la *scoperta* della legge, secondo la quale sono distribuite le velocità delle molecole di un gas in stato stazionario. Secondo questa legge il numero dn delle molecole contenute nell'unità di volume le componenti delle velocità delle quali sono comprese tra $(\xi, \xi - d\xi)$, $(\eta, \eta + d\eta)$, $(\zeta, \zeta + d\zeta)$ è dato da un'espressione del tipo:

$$dn = f\, d\xi\, d\eta\, d\zeta = f_0\, e^{-b(\xi^2 + \eta^2 + \zeta^2)}\, d\xi\, d\eta\, d\zeta \qquad (1)$$

dove f_0 e b sono due costanti opportune.

Dall'esame di questa formula si rileva subito che « la distribuzione delle molecole in gruppi corrispondenti alle loro velocità segue « esattamente la medesima legge matematica della distribuzione delle « osservazioni secondo l'importanza degli errori ». (5)

E qui si può dire che il Maxwell abbia enunciato questa legge per ardita intuizione, poichè nella prima dimostrazione data (1859) (6) egli non introduce considerazioni dinamiche e arbitrariamente ammette l'indipendenza delle componenti della velocità della molecola. Più tardi (1865) (7) dette una seconda dimostrazione nella quale si studiò di togliere i difetti della prima e che, con notevoli modificazioni ap-

(1) *Hydrodynamica sive de viribus ecc.*
(2) *Philosophical Magazine* T. XIV, pag. 211.
(3) *Pogg. Ann.* t. XCIV, pag. 315.
(4) *Memoria sulla teoria meccanica del calore.*
(5) *Maxwell – Il Calore.*
(6) *Brit. Assoc. Papers.* Vol. I, pag. 377.
(7) *Phil Trans.*, vol. CLVII, pag. 49.

portatevi poi dal Boltzmann (1872) è quella che oggi viene data in molti trattati (*).

Il Boltzmann introdotta la funzione che da lui prende il nome:

$$H = \iiiiiint f . \log f \, dx \, dy \, dz \, d\xi \, d\eta \, d\zeta$$

nella quale le integrazioni sono estese a tutti i valori possibili delle velocità delle molecole e a tutto lo spazio occupato dal gas e che, a meno di un coefficiente negativo, ne rappresenta l'entropia, deduce che quando il gas si trova in stato stazionario la legge di ripartizione *tende* a quella del Maxwell, e, quando lo stato stazionario sia raggiunto, la legge di ripartizione *coincide* con quella del Maxwell. La quale poi, nel caso più generale che il gas sia sottoposto all'azione di forze esterne indipendenti dalla velocità delle molecole e dal tempo esplicito, (ad esempio le forze di gravitazione) assume la forma più generale

$$dn = f_0{}' \, e^{-b' [(\xi - u)^2 + (\eta - v)^2 + (\zeta - w)^2]} \, d\xi \, d\eta \, d\zeta$$

dove le u, v, w rappresentano le componenti della velocità d'insieme delle molecole nel punto generico e come le f_0', b' possono essere funzioni del punto considerato nell'interno del gas e anche del tempo esplicito.

Infine si dimostra anche che la funzione f e le componenti X, Y, Z delle forze acceleratrici esterne che agiscono sopra le molecole sono legate tra loro dalla equazione a derivate parziali

$$\frac{\partial f}{\partial t} + \xi \frac{\partial f}{\partial x} + \eta \frac{\partial f}{\partial y} + \zeta \frac{\partial f}{\partial z} + X \frac{\partial f}{\partial \xi} + Y \frac{\partial f}{\partial \eta} + Z \frac{\partial f}{\partial \zeta} = 0$$

L'A. della memoria di cui ci occupiamo generalizza i resultati del Boltzmann supponendo che le forze esterne possano anche dipendere dalle velocità delle molecole, ferma rimanendo l'ipotesi dell'indipendenza dal tempo esplicito, e dimostra tra l'altro che nel caso particolare che sia soddisfatta l'equazione a derivate parziali

$$\frac{\partial X}{\partial \xi} + \frac{\partial Y}{\partial \eta} + \frac{\partial Z}{\partial \zeta} = 0$$

la legge del Maxwell *vale integralmente nella sua forma più generale*. A questa equazione soddisfano le forze conservative del tipo considerato dal Lipschitz (**) quali, per esempio, quelle d'origine elettrodinamica che agiscono sopra delle cariche elettriche che si muovono in seno a un campo magnetico.

Nell'ipotesi particolarissima che sia

$$\frac{\partial X}{\partial \xi} = \frac{\partial Y}{\partial \eta} = \frac{\partial Z}{\partial \zeta} = 0 \qquad [2]$$

l'A. dimostra poi che nel caso dello stato stazionario *l'unico movimento di insieme possibile delle molecole è un movimento rototraslatorio di tutta la massa del gas come se questo fosse un corpo rigido.*

Quale applicazione dei suoi resultati l'A. passa poi alla determinazione della legge di ripartizione delle velocità degli elettroni liberi di un metallo nell'ipotesi che questo sia sottoposto alla azione simultanea di un campo elettrostatico e di un campo magnetico costanti. Deduce da tale indagine che la legge cercata è quella del Maxwell nella forma particolare

$$dn = f_0 \, e^{-b(\xi^2 + \eta^2 + \zeta^2)} \, d\xi \, . \, d\eta \, . \, d\zeta$$

(dove f_0 è funzione delle coordinate del punto considerato) o senz'altro nella forma più semplice (1) secondo che si considerino gli elettroni liberi alla superficie del metallo o quelli interni.

Infine osservando che le forze elettrodinamiche che agiscono per effetto di un campo magnetico costante sopra delle cariche elettriche in moto soddisfano sempre alla equazione (2) l'A. deduce che *negli stati stazionari che non presentino movimenti di insieme, è nulla, dal punto di vista puramente cinetico-statistico, ogni influenza immediata del campo magnetico costante sulla legge di ripartizione delle velocità degli elettroni liberi di un metallo.*

★ ★

IDRAULICA.

PROF. LUIGI DE MARCHI — **Sul regime di massima magra dei serbatoi progettati nell'alto bacino del Torrente Liro (Spluga).** (Annali del Consiglio Superiore delle acque, 1919, fasc. II).

L'A. si propone di verificare se la riserva costituita dai due serbatoi progettati dall'ing. Mina per gli impianti del Liro, uno sotto Montespluga con una capacità di 12 milioni di mc e un bacino scolante di 23 km² e uno al Lago Truzzo con una capacità di 4 milioni di mc e un bacino di 9,25 km², possa essere assicurata anche in periodi di magra eccezionali.

Mancano dati pluviometrici attendibili e con qualche continuità per l'alta vallata del Liro: occorre riferirsi a quelli della stazione di S. Bernardino in V. Mesolcina, completi dal 1884, salvo una lacuna di un mese facilmente colmata in base agli andamenti delle stazioni vicine.

Si trova subito che le precipitazioni dei 5 mesi estivi più asciutti nei 32 anni, prescindendo anche dal contributo delle nevi, è sufficiente ad assicurare la riserva. In ogni modo si vuol determinare la minima erogazione possibile e a questo scopo sui dati di oltre un trentennio l'autore studia il problema col metodo, ideato dal Fantoli, delle linee segnalatrici di possibilità climatica. Le equazioni sono perfettamente analoghe a quelle trovate dal Fantoli per Milano, dimostrando il reale fondamento di queste ricerche.

Dalle equazioni delle linee segnalatrici si deduce che nel caso più critico (che può avverarsi 3 volte ogni 100 anni) l'erogazione complessiva dai due serbatoi può essere di mc/sec 1,24 e, se ci si contenta di una eventualità sfavorevole una volta ogni 10 anni, di mc 1.47. Tale è il contributo delle sole piogge del periodo critico, e va integrato con l'esaurimento del bacino.

Sempre con lo stesso metodo si determina che un serbatoio (sotto Montespluga) di 20 milioni di mc (che si potrebbe riempire sicuramente anche nelle annate più asciutte) potrebbe assicurare non solo per il periodo invernale, ma per il periodo asciuttò più sfavorevole (di oltre 8 mesi) una erogazione continua di mc 1,5.

Prendendo poi in esame il contributo dello scioglimento delle nevi, trascurato nelle precedenti considerazioni, in base ai risultati degli studi del Fantoli e di altre ricerche più recenti, si vede che le portate suesposte possono essere di molto aumentate.

Lo studio è condotto in generale con tali ipotesi cautelative che le derivazioni calcolate sono certamente molto inferiori a quelle praticamente possibili e convenienti. (c. s.)

★

ING. GIULIO DE MARCHI — **Il misuratore Venturi.** (Annali del Consiglio Superiore delle acque, 1920, 2° fascicolo).

Come è noto, il misuratore Venturi è il dispositivo più adatto a registrare continuamente le portate, sopratutto in condotti forzati: non richiede tarature nè successive verifiche, non ha organi delicati e mobili e non determina rilevanti perdite di carico.

Il suo uso, fino a qualche anno fa limitato quasi esclusivamente al controllo di acquedotti o servizi di irrigazione, si va ora estendendo anche negli impianti idroelettrici, dove per la sua comodità e precisione è preferibile ad ogni altro metodo di misura delle portate.

Il tubo Venturi è notoriamente una immediata applicazione del principio di Bernouilli. Se S è la sezione normale del condotto prima della strozzatura, u il rapporto fra la sezione S e la contratta s, H e h i carichi rispetivamente misurati nelle sezioni normale e contratta, risulta

$$q = \frac{C S \sqrt{2g}}{\sqrt{u^2 - 1}} \sqrt{H - h}$$

dove C è un coefficiente (mediamente 0,98) che rappresenta la correzione dovuta alla perdita di carico da S a s.

Esperienze numerose permettono di considerare C costante e di evitare quindi in generale qualsiasi taratura con la sicurezza di ottenere risultati con l'approssimazione del 2%.

Herschel per il primo ha studiato il Venturimetro e le sue esperienze sono tuttora le più numerose e complete. Altre sono dovute a Boyer Guillon, Camichel, Eydoux e Lhériand.

Secondo il Gibson, che ha più recentemente sottoposto il dispositivo a uno studio completo teorico e sperimentale, le cause di inesattezza possono essere le seguenti:

1) la relazione di Bernouilli applicata all'intera corrente non rappresenta esattamente il fenomeno idrodinamico. Infatti l'energia cinetica dell'unità di volume, V essendo la velocità media, è espressa da $\eta \frac{V^2}{2g}$, dove η dipende dalla distribuzione delle velocità nella sezione; di più tale distribuzione varia nei tubi conici. Si tratta però di correzioni teoriche non ancora ben definite e che non hanno sensibile influenza sul valore pratico dei risultati del tubo Venturi.

Anche i fenomeni di attrito interno trascurati nella relazione fondamentale danno una perdita piccolissima.

2) Se il moto dell'acqua è pulsante il coefficiente C deve essere opportunamente corretto. Gibson ha dato la misura della correzione e ha pure sperimentato il Venturi su correnti animate da moto di rotazione.

3) l'ampiezza dei fori o fessure praticate nel condotto per la misura delle altezze piezometriche può influire sui risultati. Le esperienze però hanno dimostrato che l'influenza è insensibile per le velocità superiori ai 10 - 15 cm che sono le sole praticamente interessanti.

4) occorre eseguire opportunamente la misura del dislivello $H - h$. Si è verificato che due manometri distinti possono dar luogo a gravi inesattezze, specialmente per piccole velocità, perchè nella strozzatura, per la depressione che vi si produce, si libera facilmente dell'aria. Col manometro differenziale invece non si hanno inconvenienti di sorta.

Mancano tuttora esperienze conclusive circa la perdita di carico dovuta al Venturi. Secondo i dati esistenti essa si aggira in media fra 1/6 e 1/10 della depressione misurata dall'apparecchio.

Per quanto riguarda le disposizioni pratiche, conviene collegare i due tronchi conici con un tratto cilindrico raccordato senza spigoli vivi. Il tronco divergente deve essere molto più lungo del convergente per diminuire la perdita di carico.

Il rapporto delle sezioni può variare entro limiti estesi, fra 4 e 15; conviene sceglierlo in modo da avere dei valori $(H - h)$ sicuramente e facilmente misurabili, e da non provocare eccessive perdite di carico.

(*) Per la dimostrazione del Boltzmann vedi il suo libro: Vorlesungen über Gastheorie. Tralasciamo di ricordare le dimostrazioni più moderne quali quella del Jeans (The dynamical theory of gases).

(**) Helmholtz Ueber die Erhaltung der Kraft.

E' opportuno che la velocità nella strozzatura non superi i limiti sperimentali (15 - 18 m/sec). Il coefficiente C si può assumere = 0.98 e la taratura è inutile tranne che per sezioni molto ristrette e velocità piccolissime.

I venturimetri vengono generalmente installati con apparecchi registratori che danno senz'altro le portate. Fra i maggiori è quello dell'acquedotto di Caskill, lungo complessivamente 124 m costruito in cemento armato in un tratto a sifone del canale a pelo libero, con diametri nelle 2 sezioni rispettivamente di m 5,30 e 2,36. Un notevole esempio di applicazione ad impianti idroelettrici è quello di Soulom nei Pirenei dove si hanno 6 Venturi, uno per ogni tubo della condotta forzata. (*c. s.*)

★ ★

MATERIALI.

I. S. DEAN — **Prove sulle spazzole di carbone.** (El. World, 21 agosto 1920, vol. 76, pag. 369).

I requisiti tecnici a cui deve soddisfare una buona spazzola per collettore, sono finora assai mal definiti; la scelta è fatta di solito per tentativi e non si hanno elementi bastevoli per garantire da parte del fornitore, nè per esigere da parte dell'acquirente, una sufficiente uniformità nei tipi da usarsi. L'A. propone una classificazione delle principali varietà di spazzole in sette gruppi, e per caratterizzarli si serve, oltre che della composizione, anche di numerosi altri elementi elettrici (resistenza specifica, caduta di tensione al contatto, densità normale di corrente), e meccanici (coefficiente di attrito, durezza, resistenza meccanica, potere abrasivo, peso specifico, conduttività termica, dimensioni). Non è facile definire in modo razionale e pratico le prove da eseguirsi, per rilevare i dati relativi a tutte le proprietà elencate. Così, per il potere abrasivo manca finora un buon metodo di prova; la resistività elettrica è misurata con un ponte di Wheatstone, usando speciali prese per introdurre il saggio in circuito; la resistenza meccanica è provata su un saggio di 152 × 12,7 × 12,7 mm caricato al centro e poggiato su due sostegni a lama di coltello distanti fra loro 101 mm ecc.

L'A. ha raccolto nella seguente tabella i dati caratteristici più importanti; la prima colonna indica i limiti tra cui essi variano, per i molti tipi esistenti in commercio, la seconda indica i valori più favorevoli, secondo l'A, per spazzole di motori tramviari.

Resistività	ohm cm	0,0064 a 0,0003	0,0038
Caduta di tensione al contatto fra spazzola e spazzola	volt	1,25 a 2,75	—
Densità normale di corrente	$\frac{\text{ampère}}{\text{cm}^2}$	5,4 a 11	7,7
Coefficiente di attrito		0,75 a circa zero	0,22
Durezza misurata allo sclerometro		10 a 75	60
Resistenza meccanica	$\frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$	70 a 560	390
Peso specifico reale		2,0	2,0
» » apparente		—	1,5

Una soddisfacente uniformità nelle spazzole può essere ottenuta solo mediante accurata sorveglianza, e frequenti prove su tutti gli stadi della lavorazione, e mediante rigoroso collaudo del prodotto finito. Le prove dovrebbero sempre eseguirsi su, almeno, il 10% del materiale in corso di lavorazione, e delle spazzole prodotte o acquistate.

★ ★

TELEGRAFIA, TELEFONIA, SEGNALAZIONI.

GEWECKE — **Telefonia ad alta frequenza fra le centrali elettriche.** (E. T. Z., 26 agosto 1920, vol. XLI n. 34, pag. 670).

v. ARCO — **Comunicazioni senza fili fra le centrali.** E. T. Z., 7 ottobre 1920, vol. XLI, n. 40, pag. 785).

E' nota l'importanza che presentano, per gli esercenti di imprese elettriche, i collegamenti telefonici fra le centrali e le sottostazioni, collegamenti che debbono essere quanto più è possibile indipendenti dalle perturbazioni e dai guasti che si producono lungo le linee, poichè è sopratutto in tali occasioni, che ad essi si deve fare ricorso. Si comprende pertanto, come sia vivo il desiderio di usare apparecchi di tipo radiotelefonico, che permettano la trasmissione senza aver bisogno di una continuità metallica fra posto trasmittente e posto ricevente. D'altra parte l'esistenza delle linee principali di trasmissione di energia offre una via particolarmente favorevole alle onde elettromagnetiche ad alta frequenza e conviene quindi lasciarle guidare da quelle, col vantaggio di adoperare, a pari distanza, potenze oscillatorie molto più tenui e di provocare e subire molto minori disturbi rispetto alle altre radiocomunicazioni (il che agevola altresì l'autorizzazione delle concessioni da parte degli uffici governativi).

Una corrente oscillatoria, affidata a una linea elettrica ordinaria di trasporto, subisce un'attenuazione notevole, dovuta in piccola parte alla resistenza dei conduttori e principalmente alle perdite nel suolo e alle perdite per radiazione; ma si tratta sempre di un'attenuazione enormemente più piccola di quelle che subiscono gli ordinari segnali r. t. irradiati in tutte le direzioni.

In base a questi criteri la Telefunken ha sviluppato alcuni semplici apparecchi di telefonia ad alta frequenza, che già sono in servizio da parecchi mesi sulle linee del grande impianto di Golpa e funzionano egregiamente. Il fatto che la resistenza dei conduttori ha una parte assai piccola nel provocare l'attenuazione dei segnali, è confermato da esperienze che dimostrarono non subire la trasmissione sensibili variazioni, anche se due fili di linea su tre sono interrotti, ovvero se tutti i fili di linea sono in un dato punto messi a terra per contatto con un traliccio di sostegno, o infine se la linea attraversa cabine di sezionamento e di trasformazione. Naturalmente, se in luogo di una

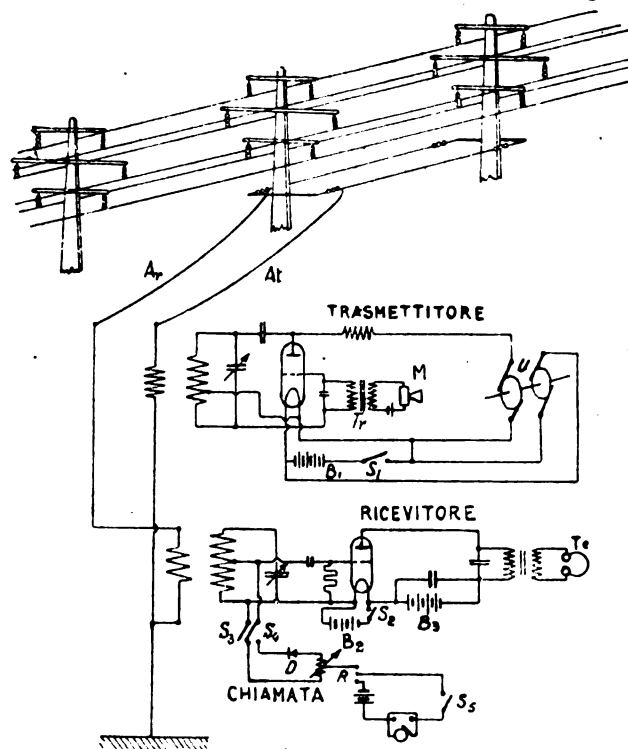



Fig. 1.

linea semplice si tratta di una rete più o meno ramificata, occorrerà adoperare potenze oscillatorie un po' più rilevanti e, salvo disposizioni speciali, ogni apparecchio trasmittente entrerà simultaneamente in comunicazione con tutti gli apparecchi riceventi. Ma quest'ultima circostanza può in determinate condizioni di servizio essere piuttosto un vantaggio che un inconveniente.

Lo schema fondamentale di un impianto di trasmissione e ricezione è rappresentato in fig. 1. In esso si fa uso, naturalmente, di valvole ioniche; ma la loro accensione, mediante un dispositivo di chiamata, è limitata al solo periodo della conversazione. Le manovre che debbono compiere gli operatori sono le stesse semplicissime manovre necessarie all'uso di un apparecchio ordinario.

Parallelamente ad una campata della linea principale sono sospesi due piccoli aerei radiotelegrafici, l'uno A_t per la trasmissione, l'altro A_r per la ricezione. L'apparato trasmettitore comprende un microfono M, che agisce sulla griglia della valvola generatrice, a cui la tensione di accensione è fornita dalla batteria B_1 e la tensione anodica dal convertitore V, alimentato dalla medesima batteria. L'ap-

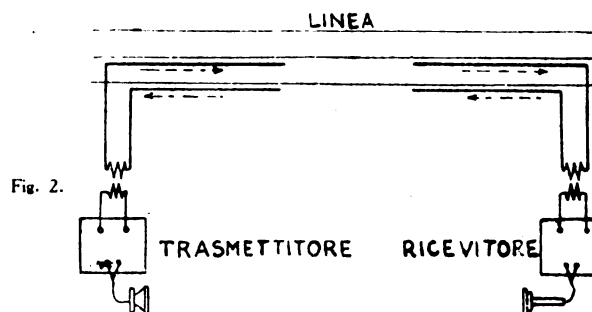



Fig. 2.

parato ricevitore comprende un dispositivo di chiamata, con un raddrizzatore a cristallo D, molto stabile, di cui la corrente raddrizzata, attraverso il relais R aziona la suoneria di chiamata. Per la ricezione telefonica si ha invece un'ordinaria valvola ricevente, che agisce sul telefono T_r. Naturalmente tutti gli apparecchi possono essere chiusi in una cassetta in un locale lontano dalla cabina, nella quale possono collocarsi solo il microfono e il telefono con le relative linee, mettendo la suoneria nel punto più indicato.

L'operatore che vuol chiamare sgancia il ricevitore nella propria cabina; con ciò si chiude l'interruttore S_1, la valvola oscillatrice entra in funzione e lancia una corrente oscillatoria stabile lungo la linea. Questa corrente trova nelle altre stazioni il circuito oscillatorio del ricevitore sintonizzato, l'interruttore S_2 aperto (ossia la valvola spenta) e gl'interruttori S_3 S_4 S_5 chiusi. La corrente oscillatoria indotta nel circuito ricevente viene in parte derivata nel circuito del raddrizzatore D e, così raddrizzata, aziona il relais R facendo funzionare la suoneria. L'operatore ricevente, staccando dal gancio il suo ricevitore, apre

S_3 S_4 S_5 e chiude S_1 e S_2 e con ciò fa cessare la suoneria e accende le valvole, così che la conversazione può cominciare. Alla fine di essa, riattaccando i ricevitori, tutto torna allo stato di riposo e le suonerie sono di nuovo pronte a funzionare.

Con apparecchi di questo genere la Telefunken sarebbe riuscita a ottenere una buona comunicazione lungo la linea Golpa-Rummelsburg (135 km) adoperando una potenza oscillatoria di trasmissione di una ventina di watt.

Il conte Arco tratta di alcuni dispositivi adottati ancora più recentemente dalla Telefunken e che costituiscono un perfezionamento in confronto con quelli descritti dal Gewecke. Tali dispositivi riguardano l'abbandono della presa di terra e la sostituzione di essa con un altro mezzo oscillatore lungo circa 100 m (com'è indicato in fig. 2), così che la corrente oscillatoria non utilizzi più tutto il fascio dei fili in parallelo come se avesse il ritorno per la terra, ma sia trasportata prevalentemente fra due conduttori del fascio con un funzionamento analogo a certe antenne per velivoli costituite da due metà simmetriche secondo il noto principio del sistema di Lecker. Per superare le cabine, in cui le reattanze di protezione costituiscono un ostacolo non trascurabile, ed anche per smistare le correnti oscillatorie nella direzione voluta in corrispondenza dei punti di diramazione, conviene disporre antenne a guisa di ponte, sintonizzate per l'alta frequenza, secondo lo schema in fig. 3. La possibilità della conversazione simultanea nei due sensi, senza bisogno di alcuna manovra per passare dalla trasmissione alla ricezione, come nella telefonia ordinaria, è ottenuta mediante l'uso di due frequenze sensibilmente diverse (comprese fra 200 000 e 150 000, ossia lunghezza d'onda fra 1500 e 2000 m) e l'introduzione nell'antenna ricevente di un dispositivo di arresto che si oppone al passaggio della frequenza di trasmissione (fig. 4). Naturalmente il sistema si presta anche a impianti misti per trasmissioni parte su fili e parte ad alta frequenza: un tipo di traslatore per la conversazione nei due sensi è rappresentato in fig. 5.

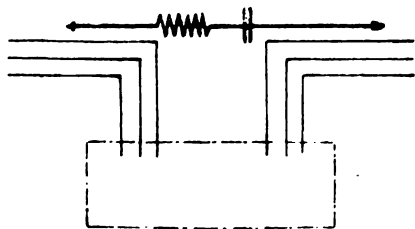
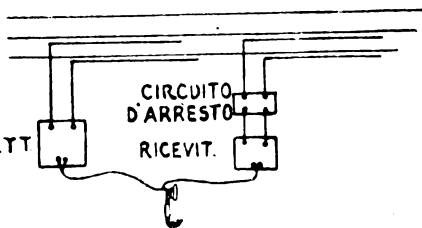



Fig. 3.

Fig. 4.

Tenuto conto che la vita delle buone valvole ha raggiunto ormai e forse sorpassato un migliaio di ore di funzionamento e che con i dispositivi della Telefunken questo si limita alla sola effettiva durata delle conversazioni, non sembra che le spese di rinnovazione possano costituire un onere sensibile. Quanto a quelle di impianto esse sono certamente inferiori alle spese corrispondenti per una linea ordinaria, non appena la distanza fra le stazioni superi un limite assai modesto. Le batterie necessarie all'impianto sono di tensione e capacità assai piccole e possono essere ricaricate a larghi intervalli. Secondo il conte Arco le spese annuali di esercizio potrebbero essere limitate al 2% della spesa di impianto.

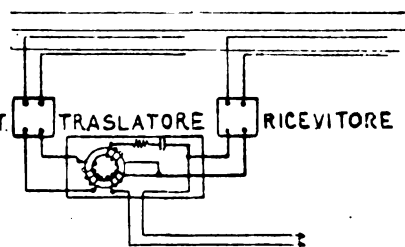



Fig. 5.

Oltre agli apparati per centrali e cabine sono anche in uso apparecchi portatili che permettono in pochi istanti di stabilire la comunicazione da un punto qualunque della linea. La Telefunken ne costruisce di due tipi, l'uno più semplice e leggero da trasportarsi in bicicletta, l'altro più grande per una vettura automobile. In ambedue i tipi per semplicità costruttiva si è rinunciato alla conversazione simultanea nei due sensi e si usa invece un commutatore per passare dalla trasmissione alla ricezione e viceversa.

Gl'impianti del tipo descritto si vanno rapidamente diffondendo in Germania.

:: :: :: CRONACA :: :: ::

APPLICAZIONI VARIE.

Ricerca magnetica del ferro. — I metodi di misure magnetiche per scoprire giacimenti di ferro sono stati solo da pochi anni applicati. Recentemente E. Wilson, in Inghilterra, ha studiato un apparecchio con cui si sono trovati giacimenti di minerali debolmente magnetici, e in Baviera, A. Galbres ed altri, usano con successo un altro semplice apparecchio che misura sia l'intensità orizzontale del campo magnetico, sia la inclinazione e la declinazione con sensibilità elevatissime e che ha permesso di trovare nel Hartz giacimenti di silicato di ferro a 50 metri di profondità, e così anche sul Reno.

c. m. a.

★

Forni elettrici a bagno salino per la tempera degli utensili. - (R. G. E., 25-12-920). — I trattamenti termici degli acciai speciali, e specialmente quelli degli acciai da utensili, richiedono, come è noto, l'impiego di temperature di riscaldamento ben determinate per ciascun tipo di acciaio. Queste temperature, che possono raggiungere e anche superare 1200° C., si possono difficilmente ottenere nei forni da tempera ordinari, nei quali è inoltre impossibile mantenere una temperatura costante e uniforme, come è necessario per la buona riuscita dell'operazione. Un altro inconveniente dei forni ordinari è la difficoltà di realizzare in essi un'atmosfera perfettamente neutra; infatti in essi si ha sempre un mezzo o troppo riducente, o troppo ossidante, e gli acciai trattati possono, per tal fatto, subire profonde alterazioni e anche diventare inutilizzabili. Queste considerazioni hanno condotto a tentativi per riscaldare gli acciai mediante l'immersione in bagni salini, di composizione appropriata alla temperatura da ottenere e mantenuti in fusione dal passaggio di una corrente elettrica attraverso la loro massa. La fabbrica d'armi di Châtellerault iniziò già prima della guerra prove esaurienti con forni elettrici di questo tipo, dalle quali risultò una grandissima regolarità di funzionamento e quindi una notevolissima diminuzione degli scarti. Contemporaneamente si ha una grande diminuzione della spesa di mano d'opera, poichè non è più necessario adibire ai forni personale specializzato di elevato salario. Il procedimento è però difficilmente applicabile a pezzi di grandi dimensioni, per la difficoltà che si riscontra nel passaggio regolare della corrente attraverso sali fusi per distanze superiori a 25 cm.

E. C.

CONDUTTURE.

Cemento per porcellana. - (Scientific American Monthly, febbraio 1921). — Il Journal of The American Ceramics Society dà, nel suo numero di novembre, le seguenti ricette di cemento da impiegare fra porcellana e metallo.

1) Spato in polvere, vetro in polvere e silicato di sodio.
2) Litargirio impastato con glicerina.
3) Colla densa mescolata con 50 per cento di olio di lino cotto.
4) Ossido di zinco, magnesia calcinata e silicato di sodio in parti uguali. Questo miscuglio deve essicarsi lentamente.
5) Carbonato di calcio e polvere di zinco mescolati in parti uguali con silicato di sodio.
6) Venti parti di gesso, 50 di silice e 30 di ossido di zinco, il tutto mescolato in pasta densa con silicato di sodio.

E. C.

ELETTROMETALLURGIA.

L'elettrodo continuo Söderberg per forni elettrici. - (Engineering, 4-2-21). — Fino dal 1909 l'ingegnere norvegese Söderberg iniziò esperimenti con un elettrodo continuo per forni metallurgici che egli chiamò ad autocottura, perchè veniva formato nel suo supporto mentre l'estremità inferiore si consumava durante il funzionamento. Gli esperimenti furono ripresi con buon risultato durante la guerra. Il vantaggio ottenuto consiste nel fatto che tutto l'elettrodo viene utilizzato nel forno senza che gli spezzoni residui debbano essere gettati via o saldati a nuovi elettrodi. L'elettrodo Söderberg viene formato entro il suo supporto di lamiera metallica, aggiungendone una nuova lunghezza a misura del bisogno, ossia ogni tre o quattro giorni.

Il supporto è un astuccio in lamiera cilindrico o prismatico, possibilmente dello stesso materiale prodotto nel forno (per es. acciaio) nel quale viene fuso. L'astuccio è perforato e munito di nervature interne, e viene riempito col solito materiale per elettrodi, e cioè coke, antracite previamente grafitizzata, catrame e pece. Quando occorre una nuova lunghezza, questi materiali vengono compressi a caldo nell'astuccio mediante una pressa a mano o pneumatica. L'elettrodo allungato viene abbassato nel forno, e vi si fa passare gradatamente la corrente, la quale passa in principio per l'astuccio che si riscalda e riscalda i materiali; i gas sfuggono attraverso le perforazioni. A misura che la corrente viene aumentata, procede la cottura della massa di carbone fino a che l'elettrodo è pronto all'uso dopo circa 24 ore. Naturalmente anche una nuova lunghezza dell'astuccio viene saldata o ribadita all'estremità della vecchia.

E' risultato consigliabile effettuare le operazioni in un'apposita camera superiormente a quella del forno, facendo passare l'elettrodo attraverso un'apertura nel pavimento di essa. Gli elettrodi vengono fatti con sezione circolare o rettangolare, fino a 850 mm di diametro ed a 265 $\times$ 530 mm di sezione. Questi elettrodi sono in funzione in forni per ferro-silicio dal settembre scorso con correnti di 23 000 ampèr e con 4,07 ampèr per cmq. Nei forni trifasi della Southern Manganese Corporation di Anniston, Alabama, sono in servizio dall'estate scorsa elettrodi di 850 mm di diametro; l'astuccio ha uno spessore di 1,05 mm; la lunghezza di ciascuna sezione è di 115 mm e l'astuccio pesa circa 50 Kg per metro mentre il carbone dell'elettrodo pesa 780 Kg per metro. Il consumo di elettrodi per tonnellata di ferro-manganese si è ridotto da 63,6 Kg a 28,3 Kg.

E. C.

MISURE: METODI ED ISTRUMENTI.

L'impiego del cinematografo nei laboratorii sperimentali. - (Le Génie Civil, 12-2-21). — Nel Bureau of Standards degli Stati Uniti di America è stato recentemente introdotto con grande vantaggio l'impiego del cinematografo per registrare fenomeni complessi varianti continuamente e rapidamente. Puntando il cinematografo sull'insieme degli apparecchi di misura si può ottenere la registrazione simultanea di un gran numero di letture di questi apparecchi, per mezzo delle quali è possibile in seguito stabilire le curve rappresentanti l'andamento del fenomeno. Si può quindi applicare utilmente tale sistema per tutti quegli esperimenti in cui è necessario rilevare contemporaneamente le variazioni di varii elementi.

E. C.

MATERIALI.

Utensili senza ferro. — La Cooper Research Co, di Cleveland (S. U.) produce, fin dal periodo di guerra, una lega per utensili da taglio, detta Cooperite, a base di nickel, tungsteno, silicio, molibdeno, alluminio e fino al 15% di zirconio. Gli utensili sono semplicemente fusi, foggiati e smerigliati, senz'altro trattamento. Sono a struttura straordinariamente tigliosa, finemente sericea, senza soffiature; sono buoni per qualunque caso, salvo quando occorrono utensili specialmente sottili. Nelle prove fatte a Sheffield questa lega si è dimostrata superiore per utensili da tornio, alla maggior parte degli acciai rapidi delle fabbriche di quella città. In una serie di esperimenti con velocità di taglio di m 3,70 al 1', il peso di materiale rimosso fu di kg 2,80 al 1'. Con velocità di taglio di m 3,60 al 1' l'utensile di cooperite resistette inalterato per 21' 20", laddove un utensile del miglior acciaio rapido durò solo 2' 20".

c. m. a.

★

Per indurire il cemento. — Secondo esperimenti dell'U. S. Bureau of Standards, per affrettare l'indurimento del cemento, specie in ambienti umidi, è efficace l'aggiunta nell'acqua del 4% di cloruro di calce. Si è verificato, p. es., che dopo due giorni si ottiene il 75% della resistenza che normalmente si sarebbe raggiunta dopo un mese.

c. m. a.

★

Minerale di ferro nel mondo. — Le riserve di minerale di ferro in tutto il mondo sono stimate a 31 800 milioni di tonn, in cui il ferro sarebbe 14 130 milioni. Prendendo come base la produzione annua di 70 milioni di tonn. di ghisa, queste riserve durerebbero ancora 200 anni. I paesi in cui esse sono poste sono: Stati Uniti, Cuba, Terranova, Brasile, Scandinavia, Europa centrale, Inghilterra, Spagna, Russia, Chile, Grecia, Austria, Venezuela, Messico e Canadà. Gli Stati Uniti avrebbero 7000 milioni di tonn. di minerale utile, l'Inghilterra 2740 milioni, la Spagna 630.

c. m. a.

RADIOTELEGRAFIA E RADIOTELEFONIA.

Perfezionamenti all'arco Poulsen. — E' noto che negli impianti r. t. di grande potenza ad arco Poulsen, uno degli schemi più diffusi è quello indicato in figura 1, in cui il circuito oscillatorio principale, che collega la terra *T* con l'aereo *A*, attraverso il generatore ad arco, comprende l'induttanza *L* per la regolazione della lunghezza d'onda ed il condensatore di terra C. Quest'ultimo è di capacità molto superiore alla capacità dell'aereo, e quindi non influisce sensibilmente sulla lunghezza d'onda, ma ha lo scopo di isolare tutto il sistema da terra e di evitare, ad esempio, che strappandosi un filo di aereo e venendo a contatto colla terra, si determini un corto circuito a corrente continua sulla dinamo *D*. Il circuito di alimentazione, che collega questa dinamo coll'arco, comprende le induttanze di protezione e di arresto *L'* (chokers), destinate a limitare la componente di corrente oscillatoria, che dall'arco può rifluire verso i rocchetti magnetizzanti *M* e verso la dinamo *D*. Fra i morsetti di questa, si sogliono ancora derivare i due condensatori C' (collegati fra loro in serie) allo scopo di aprire una via alla debole corrente oscillatoria, che riesce a superare le induttanze *L'*, evitando che essa penetri nella macchina. Il collegamento intermedio fra i due condensatori *C'* è connesso con la massa della macchina. Questa a sua volta è di solito tenuta isolata da terra mediante grosse intelaiature di legno paraffinato ([1]), o blocchi di porcellana, o colate di asfalto ecc. Per evitare cariche statiche si pongono talvolta anche resistenze di dispersione *R'*, come quelle indicate in figura.

Lo scopo per cui si isola la carcassa della macchina da terra, sembra essere principalmente quello di evitare che, allo strapparsi dell'arco, ossia all'annullarsi della corrente, si determini al polo negativo *N* della macchina, e quindi in tutto l'avvolgimento indotto, un forte

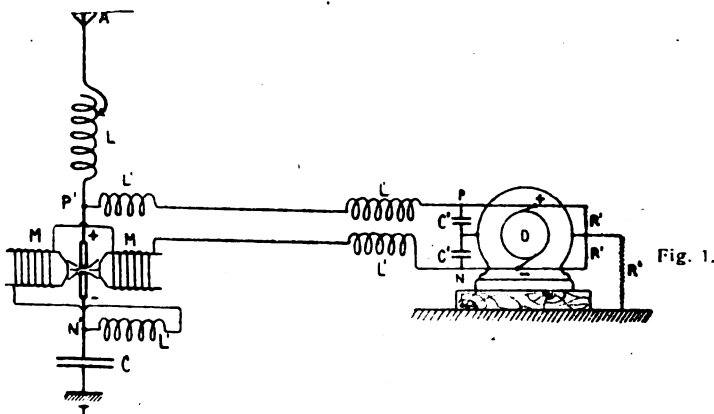



Fig. 1.

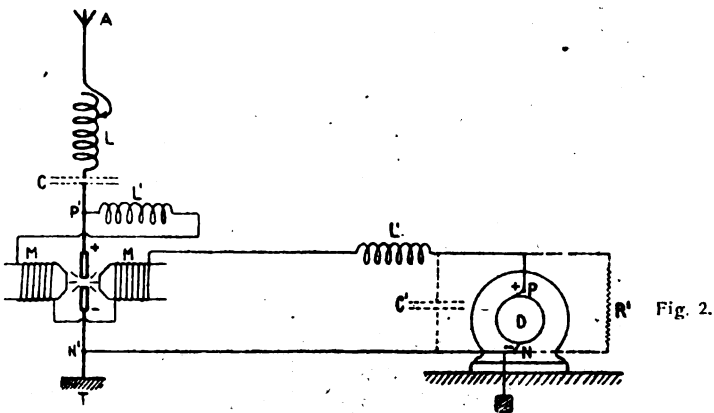



Fig. 2.

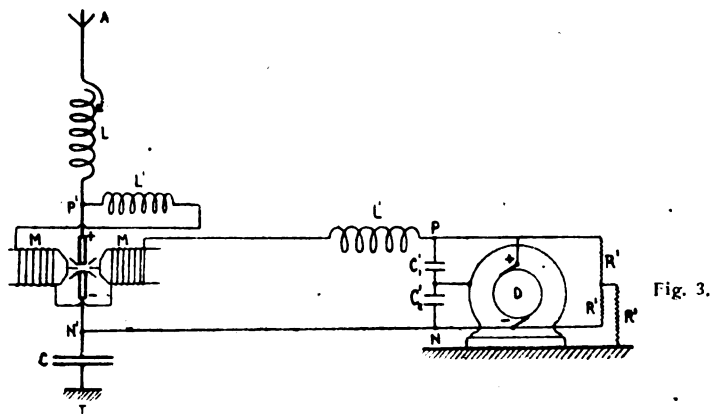



Fig. 3.

sopraelevamento di tensione rispetto alla carcassa, dovuto alla sopratensione di apertura (per il fenomeno comunemente detto di extracorrente) che nasce fra il negativo *N* della macchina ed il negativo *N'* dell'arco, in seguito all'annullarsi del flusso nei rocchetti *M* e nei chokers *L'* della linea fra *N* ed *N'*. In realtà, se vi è il condensatore C, tale sopratensione si distribuirebbe fra la capacità di esso e quella dell'avvolgimento indotto della dinamo, rispetto alla carcassa; ma poichè questa seconda capacità è sempre molto minore, essa dovrebbe, in ogni caso, sostenere la massima parte della tensione, con grave pericolo di perforazione dell'isolante. Facendo invece poggiare la macchina su un sostegno isolante, si pone in serie colle precedenti un'altra capacità (carcassa-terra) di valore molto più piccolo, la quale sosterrà quindi la massima parte della sopratensione, sottraendo al pericoloso cimento l'isolante dell'indotto.

La necessità dell'isolamento della macchina costituisce un inconveniente economico nei riguardi dell'impianto, un pericolo nell'esercizio per chi tocchi la carcassa, ed una difficoltà per la conservazione del buon isolamento e per le connessioni degli altri circuiti (eccitazione della dinamo, reostati, alimentazione del motore del gruppo, ecc.).

Secondo una recente patente di L. F. Fuller, sembrerebbe potersi eliminare l'inconveniente con un artificio estremamente semplice, con-

([1]) Vedi *L'Elettrotecnica*, 5 Maggio 1920, vol. VII, n. 13, pag. 218 e pubblicazione n. 8 dell'*I. E. R. T.* della R. Marina.

sistente nel collegare stabilmente N ed N' colla terra, sopprimendo qualunque induttanza fra cotesti due punti, ed inserendole invece tutte tra il positivo P della macchina e quello P' dell'arco, secondo lo schema in figura 2. In tal caso la sopratensione si determinerebbe tutta fra P e P', e si potrebbe fare l'isolamento degli estremi, in modo che riescano a sostenerla senza inconvenienti. Secondo il Fuller medesimo, le induttanze di arresto L', e quelle di eccitazione M, potrebbero essere riunite insieme nei rocchetti magnetizzanti del circuito magnetico dell'arco, rinforzando, come si è detto, l'isolamento delle spire terminali.

Nello schema del brevetto Fuller non sono indicati, nè i condensatori C e C', nè le resistenze R'. Sembra tuttavia che tali accessori potrebbero inserirsi senza inconveniente, anche nel nuovo schema, nel modo indicato a tratti in fig. 2. Con il dispositivo Fuller si hanno grandi vantaggi di semplicità, di fronte ai quali stanno i ben noti inconvenienti degli impianti con un polo a terra. In particolare nei riguardi della dinamo, il suo polo positivo deve poter reggere all'intera sopratensione di rottura dovuta all'autoinduzione interna dell'indotto.

Anche a questi vari inconvenienti parrebbe potersi ovviare, combinando in certo modo fra loro i due schemi, come è indicato nella fig. 3. In questo caso, per ottenere che la sopratensione di apertura fra P' e P si localizzi fra P' e la terra e non fra P e la terra (carcassa della dinamo), basterà fare in modo che la capacità rispetto alla terra dell'aereo, e delle altre parti connesse con P', sia piccola in confronto con la capacità risultante di P rispetto a terra, per effetto dell'insieme dei condensatori C', del condensatore C e del condensatore formato dall'avvolgimento rispetto alla carcassa. Basterebbe in particolare che la capacità del condensatore C'_1 fosse sufficientemente grande.

Sarebbe interessante conoscere i risultati di prove eseguite in qualche grande impianto con il nuovo dispositivo Fuller, o con la sua modificazione qui accennata.

★

Refrazione delle onde elettromagnetiche. — Le onde elettromagnetiche prodotte dalle stazioni r. t. e propagantisi alla superficie della terra subiscono perdite di energia assai diverse a seconda della natura della crosta terrestre. A queste variazioni di perdite si collegano variazioni nella velocità superficiale di propagazione, e quindi anche variazioni di direzione (refrazione orizzontale), quando le onde incontrano obliquamente la linea di separazione fra due tratti di crosta terrestre di differente conducibilità ed in particolare fra il mare e la terra ferma. In base alle conduttività si può calcolare l'indice di refrazione e viceversa. *T. L. Eckersley* (Radio Rev. giugno 1920 vol. I N. 9 pag. 421), da un gran numero di osservazioni eseguite durante la guerra principalmente nella stazione radiogoniometrica del Cairo, ha tratto la riprova che tale fenomeno esiste, poichè esso serve a spiegare assai bene certi errori sistematici dei rilevamenti radiogoniometrici, che si presentano, quando le onde nel loro percorso dalla stazione trasmittente alla ricevente debbono attraversare in direzione obliqua la linea di costa fra terra e mare. L'esperienza ha altresì confermato quanto la teoria lasciava prevedere riguardo alla influenza della lunghezza d'onda, poichè la refrazione diminuisce sensibilmente al crescere della lunghezza d'onda. [1].

TELEGRAFIA, TELEFONIA, SEGNALAZIONI.

Servizio radiotelefonico in Germania. — E' evidente l'utilità della radiotelefonia per la trasmissione di notizie di interesse generale come ad es. quelle meteorologiche, le notizie di borsa e in genere tutte le notizie giornalistiche. Per organizzare un tale servizio in Germania quel ministero delle poste ha iniziato fino dallo scorso anno una serie di sistematici esperimenti, che hanno condotto a interessanti risultati.

La trasmissione veniva fatta dalla stazione di Königswusterhausen (a poco meno di 40 km a S E di Berlino), utilizzando il nuovo sistema di modulazione dell'arco Poulsen sviluppato dalla « Lorenz ». L'antenna trasmittente è alta 150 m, la lunghezza d'onda usata è 3700 m. l'intensità di corrente varia durante la trasmissione fra 10 e 30 A. La ricezione è stata fatta, oltre che da molte stazioni navali, da 20 stazioni riceventi del ministero delle poste, sistemate nelle principali città, di solito sui tetti delle case. Per queste stazioni si è constatato essere in genere conveniente rinunciare all'uso dei piccoli aerei a telaio chiuso, perchè, data la forte amplificazione che richiedono, subiscono di solito eccessivi disturbi da parte dei numerosi impianti elettrici cittadini. Le stazioni più lontane erano Königsberg (520 km) Friedrichshafen (585 km) e Konstanz (600 km).

Negli esperimenti fu constatato che, usando adatti ricevitori, la voce arrivava da per tutto con intensità sufficiente; che il miglior modo di trasmissione consiste nel leggere prima l'intero periodo e rileggerlo poi più adagio, in modo che possa essere scritto sotto dettatura, pronunciando lettera per lettera i nomi propri o specialmente difficili; che ha grande importanza impiegare così per la trasmissione come per la ricezione personale già allenato nei servizi telefonici e che in tal caso non v'è sensibile differenza tra la voce maschile e quella femminile; che anche a distanze ridotte l'uso di semplici rivelatori senza amplificazione è insufficiente; che oltre i disturbi atmosferici sono particolarmente molesti quelli dovuti alle stazioni r. t. a scintilla e che conviene quindi eliminare definitivamente tali stazioni.

[1] Circa gli errori dei radiogoniometri si veda anche *L'Elettrotecnica*, 1920, vol. VII, pag. 103 e 584 e *Bollettino R. T.*, vol. I, n. 8, pag. 187 e n. 11-12 pag. 271.

★

Segnalazioni ferroviarie senza fili. — La precarietà degli ordinari sistemi di segnali di via per le strade ferrate apparisce evidente a chi pensi che essi debbono direttamente o indirettamente essere azionati a mano e debbono altresì non sfuggire all'occhio del macchinista. Si comprende come si siano fatti numerosi tentativi di introdurre sistemi automatici, ma tanto quelli meccanici, quanto quelli elettrici a contatto non hanno dato finora risultati decisamente soddisfacenti. Più promettenti sembrano i sistemi a onde hertziane, basati sui metodi radiotelegrafici. Una notevole variante di questi ultimi è stata recentemente attuata in Germania, ottenendo un dispositivo di funzionamento assai semplice e sicuro.

Sulla locomotiva è installato un generatore a valvola, che mantiene permanentemente in oscillazione un circuito oscillatorio chiuso. Una parte dell'induttanza di quest'ultimo è costituita da un telaio orizzontale sospeso sotto la locomotiva a poca distanza dal piano del ferro. Per una nota proprietà dei generatori a valvola, se al circuito oscillatorio se ne avvicina un altro con esso sintonizzato, il regime del primo si modifica e la corrente anodica subisce una netta riduzione. Si vede subito, come di questo fenomeno possa trarsi partito per produrre segnali sulla locomotiva: basta infatti collocare sul piano del binario un circuito oscillatorio chiuso accordato con quello della locomotiva, per ottenere che al passaggio di essa la corrente anodica del generatore subisca una netta variazione, che permette di azionare un relais e produrre un segnale ottico o acustico sulla locomotiva stessa. Qualunque avaria del generatore è immediatamente segnalata dal relais, perchè provoca una diminuzione o l'annullamento della corrente anodica e agisce quindi nello stesso senso della presenza di un secondario sintonizzato, messo sul binario per provocare il segnale.

VARIE.

Energia termica dai rifiuti. — Un opuscolo della Ditta Meldrums di Timperley (Inghilterra), dà alcuni esempi di utilizzazione dei rifiuti. In una fabbrica di biscotti di Liverpool la carta tolta col lavaggio dalle vecchie scatole è bruciata in apposito impianto riscaldando una caldaia Cornish che produce vapore per riscaldamento. In una conceria del Lancashire il vapore è prodotto in un impianto che brucia 120 tonn. di avanzi di concia per settimana; nella stessa contea, un cantiere navale ha un impianto per bruciare 50 tonn. di rifiuti al giorno per riscaldare una caldaia marina di m² 227 di superficie riscaldante, che fornisce il vapore per i magli e le presse delle forge.

c. m. a.

★

Trust elettrico in Germania. — Dieci delle maggiori società fornitrici di energia elettrica in Westphalia si sono unite costituendo il Kommunal Elektrizitätswerkverband (K. E V.) Westphalia, con sede ad Hagen. Scopo principale è la cooperazione tecnica delle centrali attualmente esistenti, la costruzione e lo sfruttamento di nuovi impianti idraulici e termici sulla base del più economico combustibile, e la garanzia di fornitura costante di energia per l'avvenire. Alcune miniere di carbone sono anche entrate nell'associazione.

c. m. a.

★

La prova magnetica delle punte da trapano. - (Scientific American Monthly, febbraio 1921). — E' noto che il Bureau of Standards degli Stati Uniti di America ha realizzato durante la guerra un apparecchio mediante il quale è facile scoprire i difetti delle canne di acciaio per fucili e scartare così qualunque materiale imperfetto senza dover aspettare per scoprire i difetti che la lavorazione sia ultimata. [1]

Uno studio analogo è stato recentemente iniziato, d'accordo fra il Bureau of Standards e la Società Americana per la prova dei materiali, per l'analisi magnetica delle punte da trapano, allo scopo di trovare quale relazione vi sia fra le proprietà meccaniche delle punte e i risultati della loro analisi magnetica. Scopo della ricerca è quello di realizzare un apparecchio di uso commerciale per una prova corrente delle punte da trapano che non richieda la loro inutilizzazione.

E. C.

★

Rigenerazione dei vasi porosi delle pile Leclanché. — W. I. Thorrowgood riferisce che sottoponendo al seguente trattamento i vasi porosi delle pile Leclanché divenute inservibili, questi possono essere daccapo e a lungo riutilizzati. Una soluzione di una parte di acido cloridrico del commercio e 5 di acqua viene versata nella pila, sino a ricoprire l'orlo superiore del vaso poroso. Questo vi deve restare immerso per 24 ore, dopo di che la soluzione viene tolta e sostituita con acqua pura, che si lascerà agire per 48 ore, rinnovandola però dopo 24. Dopo di ciò il vaso è pronto ad essere riutilizzato. La soluzione acida è buona ancora per tre o quattro volte.

A. Bz.

[1] *L'Elettrotecnica* del 25 febbraio 1921, pag. 137.

:: :: :: NOTE LEGALI :: :: ::

Tariffe di servizi pubblici.

Tariffe tramviarie.

CASSAZIONE DI TORINO, 31 gennaio 1920 (1): « *Una Società tramviaria può sempre concedere abbuoni a un cliente sulle sue tariffe di trasporto merci. Tanto più ciò è a ritenersi se l'abbuono siale stato compensato con altri corrispettivi indiretti.*

Non porta nullità della convenzione il non essere questa stata sottoposta per la approvazione all'autorità superiore ».

★

La Corte, dopo avere osservato che la ricorrente confondeva *diritto pubblico* e *ordine pubblico*, cose ben diverse, osserva:

« Tutta la questione sta nell'esaminare se la Tramvia di Massa coll'accordare non speciali tariffe, ma un abbuono sul prezzo delle medesime abbia con ciò violato principii di ordine pubblico o un divieto espresso dalla legge ».

« Ed al riguardo non è difficile il rilevare come, se è vero che le tariffe ferroviarie e tramviarie sono emanazione dell'autorità governativa, e come tali sottratte a qualsiasi arbitrio di privato, come giustamente rileva la ricorrente, tuttavia non è men vero che non per questo l'Amministrazione delle ferrovie e delle tramvie cessano di essere enti i quali, senza violare alcuna delle disposizioni di ordine pubblico nel vero senso della parola, possono provvedere ai proprii interessi stipulando anche, ove occorra, coi proprii loro clienti, sia pel trasporto delle persone che delle merci, quelle facilitazioni che credono del proprio interesse, e ciò tant'è vero che la stessa ricorrente ammette in astratto la validità di tali concessioni che dice però doversi per legge denunciare all'autorità superiore, cosa che nella specie non consta essere avvenuta; ma di qui non ne deriva ancora la nullità della stipulazione per non essere la medesima comminata dalla legge ».

« Da quanto detto appare quindi come non trattisi di violazione d'ordine pubblico invocabile anche in sede di Cassazione, onde la infondatezza ed anzi l'inammissibilità del mezzo in esame come questione nuova ».

★

Sulla questione analoga, dell'uguale trattamento di tutti i cittadini di fronte alle tariffe ferroviarie, v. *Tribunale Asti*, 25 aprile 1912 (2); *Pretura Susa*, 9 luglio 1912 (3); *Tribunale Casale*, 4 agosto 1915 (4).

Tariffe telefoniche.

CORTE D'APPELLO DI TORINO, 23 marzo 1920 (5): « *E' improponibile innanzi alla autorità giudiziaria l'azione diretta a far rispettare le tariffe telefoniche, concordate fra Comune e concessionario, di fronte a modificazioni apportatevi dal Governo, costituendo queste un atto amministrativo non soggetto a sindacato dell'autorità giudiziaria* ».

★

La Corte ha riconfermato la sentenza del Tribunale, conforme a una sentenza della Cassazione di Roma, Sezioni Unite (6) per cui « la determinazione delle tariffe telefoniche è attributo esclusivo del Governo, il quale può fissarle in misura più elevata di quella concordata fra il Concessionario e il Comune in corrispettivo di speciali utilità da questo accordategli ». Perciò non è ammissibile un'azione giudiziaria diretta a modificare gli effetti di un atto amministrativo, a sensi dell'art. 4 della Legge 20 marzo 1865 sul Contenzioso Amministrativo.

L'appellante Comune di Alba invocava l'art. 2 della stessa legge, che dispone: « Sono devolute alla giurisdizione ordinaria tutte le materie nelle quali si faccia questione di un diritto civile o politico, comunque vi possa essere interessata la pubblica amministrazione, ed ancorchè siano emanati provvedimenti del potere esecutivo, dell'autorità amministrativa ». E, sempre secondo lo stesso Comune, esso agisce solo « per l'osservanza di un contratto di diritto privato, senza voler impugnare e tanto meno revocare o modificare alcun provvedimento del potere esecutivo.

Ma la Corte osserva invece che le istanze del Comune colpivano « gli effetti di provvedimenti del potere esecutivo, non soggetti a sindacato dell'autorità giudiziaria, impedendosi l'applicazione temporanea sia del decreto ministeriale 27 agosto 1917, sia di quello successivo 26 luglio 1918 emesso in base al D. Luogotenenziale 14 luglio 1918 n. 984 con cui erasi autorizzato l'aumento delle tariffe telefoniche per ragioni d'indole generale in correlazione ai maggiori oneri derivanti dalla presa ».

« Il Magistrato era dunque chiamato, non già semplicemente a interpretare la convenzione intervenuta fra le due parti, e a decidere sulla sua risoluzione, il che sarebbe rientrato nell'orbita della sua competenza, ma bensì a vietare l'applicazione delle tariffe autorizzata coi succitati decreti e cioè a modificare gli effetti di atti amministrativi, sia pure *provocati* dalla Società, ma aventi vigore a norma di legge, contro il divieto del capoverso dell'art. 4 della Legge 20 marzo 1865, cosicchè su tale oggetto e sulle conseguenti domande di ripristino, si rendeva manifesta la sua incompetenza come venne dichiarato dalla Suprema Corte regolatrice nella sentenza suaccennata ».

Abbiamo già parlato in queste colonne di una questione analoga: sul carattere provvisorio del provvedimento prefettizio che modifica le tariffe tramviarie, in virtù del D. L. 20 luglio 1917, n. 1159 (7).

AVV. CESARE SEASSARO.

(1) *Giurisprudenza*, (Torino) 1920, 461.
(2) id. id., 1912, 868.
(3) id. id., 1028.
(4) id. id., 1915, 1059.
(5) *Monitore dei Tribunali*, 1920, 699.
(6) 22 maggio 1917 - Da noi riprodotta in *Elettrotecnica*, 1918, 211.
(7) *Elettrotecnica*, 1919, 120.

:: LIBRI E PUBBLICAZIONI ::

D. RAVALICO — *Radiotelefonia*. — 1 vol. in 16° di 220 pag. con 83 figure nel testo. — Edit. S. Lattes e C°, Torino 1920, legato in tela. - Prezzo L. 14.

Il volumetto comprende otto capitoli. Nel primo che è intitolato « basi teoriche della radiotelefonia » si parla brevemente della produzione della parola, della percezione dei suoni e, in poche paginette descrittive, della telefonia ordinaria su fili con accenno finale alle successive trasformazioni di energia in una radio-comunicazione. Il secondo capitolo, intitolato alle proprietà delle oscillazioni elettromagnetiche, tratta di moti vibratori e di radiazioni, il terzo di alcuni generatori di oscillazioni, il quarto della fototelefonia, del selenio e delle stazioni fotoelettriche. Nel quinto capitolo sono sommariamente descritti alcuni vecchi sistemi di radiotelefonia, e nel sesto sono riassunte le classiche esperienze del Majorana (1909). Il settimo capitolo è destinato alle valvole termoioniche e l'ottavo tratta di alcune loro applicazioni alla radiotelefonia.

In omaggio alla coscienziosa obiettività, che sempre ci imponiamo, e al vivo desiderio di vedere la nostra letteratura tecnica degnamente considerata, non possiamo trattenerci, sebbene con vivo rammarico, dall'esprimere un giudizio sfavorevole su questo libretto. Il contenuto ne è assolutamente deficiente per la imperfetta, antiquata e spesso male intesa documentazione, per la parte fatta a argomenti che con la radiotelefonia nulla hanno che vedere, per la manchevole comprensione di semplici e fondamentali fenomeni fisici, per i grossolani errori di concetto e di forma, per una superficialità e una mentalità da orecchiante, che compaiono a ogni riga e che si potrebbero esemplificare con innumerevoli citazioni.

Ancora una volta ci vien fatto di osservare melanconicamente, che libri di questo genere sono adatti assai più a scoraggiare che ad invogliare i nostri tecnici ad interessarsi delle radiocomunicazioni. Essi servono a confermare quella convinzione vaga, e pure a tutt'oggi assai più diffusa di quanto non si creda, che nella radiotecnica vi sia ancora una certa dose di turlupinatura e con essa la possibilità di trovar fortuna per un certo numero di turlupinatori. E non possiamo far altro che ripetere, come, in luogo di darci questo genere di finti lavori originali, che sono in realtà poco felici zibaldoni di notizie male scelte, mal comprese e male coordinate, gli editori dovrebbero provvedere: o ad offrire agli specialisti (che anche in Italia non dovrebbero mancare) condizioni tali che li invoglino a scrivere della loro tecnica, o a tradurre buoni lavori stranieri quale ad esempio, per ricordarne in questo campo uno solo, il volumetto del Goldsmith (1).

★

PUBBLICAZIONI RICEVUTE

P. E. BRUNELLI — *Le velocità critiche degli alberi* — Casa editrice Raffaele Pironti - Napoli - 1921; 1° vol. in 8° di 168 pag. e 25 fig. — Prezzo L. 22.

(1) *L' Elettrotecnica*, 5 agosto 1919, vol. VI, pag. 474, e *Bollettino R. T.* n. 5, vol. I, pag. 116.

NORME, LEGGI, DECRETI E REGOLAMENTI

Proroga provvedimenti per le linee elettriche.

(*Dalla Gazzetta Ufficiale n. 54, del 5 marzo* 1921).

Visto il Nostro decreto 30 Settembre 1920, n. 1389, che dichiara cessato, per ogni effetto, lo stato di guerra col giorno 31 ottobre 1920 e determina le modalità per il passaggio allo stato di pace, a norma dell'art. 5 della legge 26 settembre 1920, n. 1322;

Ritenuta la necessità di prorogare la durata dei provvedimenti autorizzati col decreto Luogotenenziale 22 febbraio 1917, n. 386, avente vigore fino a sei mesi dopo la pubblicazione della pace, relativamente all'autorizzazione, per la costruzione e il collegamento di linee di trasmissione dell'energia elettrica proveniente da impianti idraulici esistenti o nuovamente concessi;

Sentito il Consiglio dei ministri;

Sulla proposta del ministro segretario di Stato per i lavori pubblici di concerto con quello per l'industria e il commercio;

Abbiamo decretato e decretiamo:

E' prorogata fino al 31 luglio 1921 la validità dei provvedimenti autorizzati col su citato decreto Luogotenenziale 22 febbraio 1917, n. 386.

Il presente decreto sarà presentato al Parlamento per la ratifica.

Ordiniamo che il presente decreto, munito del sigillo dello Stato, sia inserto nella raccolta ufficiale delle leggi e dei decreti del Regno d'Italia, mandando a chiunque spetti di osservarlo e di farlo osservare

Dato a Roma, addì 3 febbraio 1921.

VITTORIO EMANUELE

Giolitti — Peano — Alessio

Visto: *Il guardasigilli*: Fera.

✠

Aumento tariffe energia elettrica.

Regio Decreto-Legge 13 *marzo* 1921, *n.* 288 (*Gazzetta Ufficiale n.* 72 *del* 26 *marzo* 1921).

Visto il R. decreto 31 ottobre 1919, n. 2264;

Visti i Regi decreti 8 ottobre 1920, n. 1065, e 9 dicembre 1920, n. 1847, che apportano modificazioni al R. decreto n. 2264, anzidetto;

Ritenuta la opportunità di modificare talune disposizioni del decreto stesso in relazione alle mutate condizioni del mercato dell'energia elettrica;

Su proposta del ministro segretario di Stato per i lavori pubblici, di concerto coi ministri dell'interno, della giustizia e affari di culto, dell'industria e commercio e del tesoro;

Udito il Consiglio dei ministri;

Abbiamo decretato e decretiamo:

Art. 1.

Per le forniture successive all'entrata in vigore del presente decreto, i venditori di energia elettrica sono autorizzati a praticare un ulteriore aumento del 50% (cinquanta per cento) sull'importo globale delle bollette e fatture (tasse escluse) risultante dall'applicazione dell'aumento concesso dall'art. 1 del R. decreto 31 ottobre 1919, n. 2264.

Se i prezzi praticati dal venditore al 31 ottobre 1919 erano inferiori a quelli in vigore nel 24 maggio 1915, gli aumenti previsti dall'art. 1 del R. decreto n. 2264 e dal comma precedente di questo articolo, verranno commisurati sui prezzi al 24 maggio 1915 e saranno aggiunti al prezzo inferiore successivamente adottato.

Nel caso di constatata insufficienza degli aumenti di cui sopra a fronteggiare i maggiori oneri per personale e materiali, la Commissione arbitrale provinciale di cui all'art. 2° del citato decreto n. 2264 potrà determinare in base a domanda documentata del venditore una maggiore percentuale di aumento, non superante però il 70% (settanta per cento) delle tariffe o prezzi attuali risultanti dall'applicazione dell'art. 1 del Regio decreto n. 2264 del 31 ottobre 1919.

Art. 2.

Salvo quanto è disposto nell'art. 4 del presente decreto, qualora la potenza fornita superi i 100 kW è ammesso, su richiesta del venditore, per le forniture effettuate dopo l'andata in vigore del presente decreto, una ulteriore revisione dei prezzi contrattuali, anche se una prima revisione sia già avvenuta in base all'art. 2 del citato R. decreto 31 ottobre 1919, n. 2264.

Nella determinazione dei nuovi prezzi si avrà riguardo ai maggiori oneri del venditore alla data suddetta.

Art. 3.

Il primo comma dell'art. 3 del R. decreto 31 ottobre 1919, n. 2264, è applicabile alla Amministrazione delle ferrovie dello Stato.

L'ultimo comma del citato articolo 3 è abrogato.

Art. 4

Per tutte le forniture di energia, e per qualsiasi potenza, effettuate dopo l'entrata in vigore del presente decreto, alle Amministrazioni dello Stato, compresa quella delle ferrovie di Stato, ai Comuni, agli Enti pubblici in genere, e per le forniture di energia per forza motrice a scopo di trazione elettrica su tutte le ferrovie e tramvie, sarà applicato un aumento percentuale fisso, rispetto ai prezzi praticati al 24 maggio 1915, pari al sessanta per cento (60%) del prezzo fatturato per l'energia, sino alla potenza di 1000 chilowatt e del quaranta per cento (40%) dello stesso prezzo per la parte di potenza superiore a mille chilowatt.

Nel caso di fornitura a consumo, questi aumenti percentuali saranno applicati rispettivamente ai chilowattore forniti, nello stesso rapporto con cui stanno fra loro i primi mille chilowatt e la residua parte di potenza oltre i 1000 chilowatt.

Il disposto del presente articolo è anche applicabile alle forniture di energia per usi elettrochimici ed elettrometallurgici qualora si tratti di energia idroelettrica stagionale e ricavabile con portate non immagazzinabili in serbatoi. Il riconoscimento di queste condizioni è deferito alla seconda sezione del Consiglio superiore delle acque.

Oltre agli aumenti dei prezzi di fornitura, determinati come sopra, sarà a carico del compratore la maggiore spesa per acquisto delle lampade di ricambio, qualora tale ricambio debba essere fatto a carico del venditore.

Se le parti non sono d'accordo circa la percentuale di aumento e la maggiore spesa delle lampade, la determinazione di tali elementi sarà fatta ad istanza del venditore, dalla Commissione arbitrale centrale o provinciale a seconda della rispettiva competenza, a norma degli articoli 2 e 3 del Regio decreto 31 ottobre 1919, n. 2264.

L'art. 4 dell'anzidetto Regio decreto n. 2264, è abrogato.

Art. 5.

I contratti di fornitura di energia da aziende produttrici ad aziende pubbliche municipalizzate che siano per scadere prima del 31 dicembre 1926, sono, nell'interesse di queste ultime, prorogati di diritto fino alla detta data, nei limiti delle potenze generate dalle aziende produttrici medesime, o che siano loro assicurati da contratti in vigore con altre aziende produttrici. La determinazione dei prezzi nel periodo di deroga sarà deferita, in mancanza di accordo fra le parti, alla Commissione di cui all'articolo 3 del citato R. decreto 31 ottobre 1919, n. 2264, la quale dovrà tener conto di tutti i maggiori oneri, così da dedurre il giusto prezzo dell'energia fornita.

L'azienda municipalizzata che non intenda avvalersi della proroga deve darne analoga notificazione all'altro contraente almeno un anno prima della scadenza del contratto e almeno entro tre mesi dalla data della pubblicazione del presente decreto nella *Gazzetta ufficiale* del Regno, per quei contratti che scadessero entro un anno dalla stessa data.

Art. 6.

Entro trenta giorni dalla data della pubblicazione del presente decreto deve, in ogni Provincia, essere costituita la Commissione arbitrale provinciale di cui all'art. 2 del R. decreto 31 ottobre 1919, n. 2264.

La Commissione provinciale deve di regola pronunciare la sua decisione entro trenta giorni dal ricevimento del ricorso o della istanza. Tale termine è di 60 giorni, ove ricorrano speciali motivi; ma in tal caso la Commissione deve, entro i primi trenta giorni, stabilire se, in pendenza della decisione, debba, ed in qual misura, essere applicato un aumento provvisorio di prezzo.

Art. 7.

Tranne il caso di ricorsi di cui all'art. 5 del R. decreto 31 ottobre 1919, n. 2264, la Commissione arbitrale, sia centrale che provinciale, può disporre che la parte istante depositi, nell'ufficio di segreteria, una congrua somma, come anticipo per le occorrenti spese. In tale caso il termine per la decisione della Commissione provinciale stabilito nell'art. 6 decorre dalla data dell'eseguito deposito.

Gli onorari spettanti ai competenti delle Commissioni arbitrali ed ai funzionari ad esse addetti come segretari, nonchè il rimborso delle spese dai medesimi sostenute nel disimpegno delle loro funzioni sono a carico delle parti nella proporzione stabilita dalle Commissioni stesse nelle loro decisioni.

La liquidazione degli onorari e delle spese suddette è fatta dalla stessa Commissione decidente, ma deve essere approvata dal prefetto della Provincia per le Commissioni provinciali e dal ministro dei lavori pubblici per la Commissione centrale.

Art. 8.

Restano ferme tutte le disposizioni del R. decreto 31 ottobre 1919, n. 2264, in quanto non siano abrogate dal presente decreto, o non siano in contrasto con le norme in questo contenute.

Art. 9.

Il presente decreto avrà vigore dal primo giorno del mese successivo a quello della sua pubblicazione nella *Gazzetta ufficiale* del Regno, e sarà presentato al Parlamento per essere convertito in legge.

Ordiniamo che il presente decreto, munito del sigillo dello Stato, sia inserto nella raccolta ufficiale delle leggi e dei decreti del Regno d'Italia, mandando a chiunque spetti di osservarlo e di farlo osservare.

Dato a Roma, addì 13 marzo 1921.

VITTORIO EMANUELE

Giolitti — Peano — Fera — Alessio — Facta.

Visto. *Il guardasigilli*: Fera.

Associazione Elettrotecnica Italiana

Eretta in Ente morale il 3 Febbraio 1910

Notizie delle Sezioni

SEZIONE DI PALERMO.

Adunanza del 25 Marzo 1921.

Sono presenti i soci: Trossarelli, Dina, Buttafarri, Lo Presti, Acanfora, Tomasini, Marino, Senu, Engel, La Rosa, Monard, Mastricchi, Di Pasquale, Marchetti, Casella, Bernasconi, Giammona.

Aperta la seduta il Presidente dichiara che nell'accettare la carica unanimamente conferitagli nella seduta precedente, e ringraziando, è mosso solo dal desiderio di far cosa utile allo sviluppo dell'Associazione e della Sezione di Palermo in special modo. Promette intanto il suo aiuto nella sua qualità di Direttore della S. G. E. S. per il prossimo ricevimento dei congressisti dell'A. E. I. in Palermo, annunziando contemporaneamente che la riunione è rimandata ad Ottobre. Esprime il desiderio e la speranza che i soci individuali e specie i collettivi e le autorità ed enti locali vogliano in tale occasione finanziare la Sezione perchè possa accogliere degnamente i colleghi.

Annunzia poi l'ammissione dei nuovi soci:

Soci Collettivi: Società Generale Elettrica della Sicilia; Società «Les Tramways de Palermo».

Soci individuali: Ing. Jules Monard, Ing. Alessandro Di Pasquale, Ing. Amedeo Engel, Ing. Ugo Sartori, Ing. Giacomo Bernasconi, Prof. Michele La Rosa, Ing. Antonio Trevisan (trasferito dalla Sezione di Catania).

Presenta poi all'approvazione dei soci il Bilancio preventivo pel 1921 compilato tenendo conto già dell'aumento della quota sociale. Ricorda in proposito il Referendum indetto nel Gennaio scorso dalla Presidenza Generale per le modificazioni da apportare allo statuto, in base al quale è stata elevata a L. 35 e 70 rispettivamente per i soci individuali e collettivi la quota da versare alla Sede Centrale e propone quindi di elevare la quota sociale complessiva, per la Sede Centrale e la Sezione, a L. 50 per i soci individuali residenti; a L. 45 per i soci individuali non residenti e a L. 100 per i soci collettivi. La proposta viene approvata all'unanimità e viene approvato pure il bilancio preventivo qui appresso trascritto:

ATTIVO:	
N. 36 Soci individuali residenti	L. 1800
» 5 » » non residenti	» 225
» 6 » Collettivi	» 600
» 4 Nuovi soci individuali	» 200
» 2 » » Collettivi	» 200
Quote da esigere	» 60
Resto attivo 1920	» 696,99
Totale attivo	L. 3781,99
PASSIVO:	
Versamento alla Sede Centrale:	
Per N. 45 soci individuali	L. 1575
Per N. 8 soci collettivi	» 560
Abbonamenti riviste	» 50
Segreteria e posta	» 100
Esazioni	» 60
Pulizia e servizi	» 30
Imprevisti e diversi	» 106,99
Totale passivo	L. 2481,99
Saldo attivo	» 1300
	L. 3781,99

★

Necrologio.

SEZIONE DI ROMA

Informiamo con dolore la improvvisa scomparsa del nostro consocio **Comm. Ing. ORESTE LATTES** avvenuta il giorno 22 marzo.

La Presidenza ha subito fatto le condoglianze alla famiglia e ai funerali il Presidente della Sezione di Roma ha parlato salutando la Salma del Collega ed amico che fin dalla fondazione fu Cassiere della Sezione e socio attivissimo.

Numerosi soci resero l'ultimo mesto saluto all'amico scomparso.

★

SEZIONE DI TORINO

Assemblea del 25 Marzo 1921.

Il Presidente comunica all'assemblea le adesioni dei nuovi soci:

Antonio Ferrero, Remo Ferrari, Giuseppe Bonadonna, Francesco Bianco, Eugenio Giavotto, Eugenio De Rinaldi, Ing. Domenico Beraldini, Giuseppe Dolce, Vincenzo Gioffrè, Giuseppe Doveri, Arnaldo Zocca, Bruno Venezian, Alfredo Ferraioli, Agostino Casciati, Mario Sabaz, Vincenzo Novari, Ing. Cesare De-Marchi, Giovanni Calì, Giuseppe Zanetti, Giuseppe Cozzo, Carlo Cassina, Ottavio Pelle, Franco Zamboni, Ing. Carlo Pizzi, Silvestro Rolando, Salvatore Scarantino, Ettore Duprè, Carlo Miclavez, Gerolamo Maineri, Silvio Benedetti, Ing. Alfredo Mercurio, Bartolomeo Besozzi, Soc. An. Ing. Cinzio Barosi (Coll.), Ing. Valentino Sacchi, Pietro Lana, Gaetano Chinnici, Renato Colombetti, Cap. Michele Maddalena, Angelo Noseda, Fortunato Ugliengo (Coll.), Massimo Richiero.

Il Presidente annuncia di aver preso accordi colla Soc. Ferrovia Ciriè-Lanzo per una prossima visita a quell'impianto di trazione, che la nostra Sezione effettuerà in unione alla locale Sezione della Associazione Nazionale degli Ingegneri Italiani. Comunica quindi il programma di alcuni cicli di conferenze da tenersi nel corrente anno sui seguenti argomenti: Trazione Elettrica - Applicazioni delle valvole Ioniche - Resoconti e descrizioni di alcuni importanti impianti esteri - Tecnica degli impianti Elettrici.

Si passa quindi all'esame del bilancio consuntivo 1920 che in seguito a relazione favorevole dei revisori dei conti viene approvato all'unanimità. Il Presidente rivolge parole di ringraziamento e di plauso al Cassiere Rag. Pallavicini e, passando alla discussione del bilancio preventivo 1921 rileva come si sia dovuto aumentare notevolmente il contributo alla Federazione fra Soc Scientifiche e Tecniche e la cifra relativa alle spese di biblioteca per i forti aumenti delle quote di abbonamento dei periodici e per la ripresa degli abbonamenti alle riviste tedesche. Il bilancio preventivo dettagliatamente esposto dal Cassiere è pure approvato all'unanimità.

Passando all'ultimo numero dell'ordine del giorno, il Presidente richiama l'attenzione dei Soci sul problema degli impianti di filovie che hanno avuto applicazione su larga scala all'estero come estensione degli impianti tramviari, e che anche nel nostro paese potrebbero convenientemente sostituire i servizi automobilistici sulle linee di maggior traffico. Cede quindi la parola al geom. *Lorenzo Vallino* che descrive il nuovo tipo di presa di corrente bifilare per filovia, da lui studiato, mostrandone il funzionamento sopra un modello di linea.

★

Consiglio generale e Commissioni.

Nel pomeriggio del 17 corrente è convocato a Roma il Consiglio Generale dell'Associazione, per la prima volta dopo l'elezione della nuova Presidenza, con un importante ordine del giorno che riflette tutte le varie attività del Sodalizio. Nella mattina del giorno stesso e nel pomeriggio del sabato 16 sono pure convocate a Roma diverse Commissioni. Fra queste la Commissione recentemente creata per l'organizzazione delle riunioni annuali e formata dalla Presidenza e dalla Redazione del giornale (Del Buono, Ferraris, Cenzato, Rebora, Bianchi, Barbagelata, Bordoni, M. Semenza e Vallauri); la Commissione per l'assegnazione del Premio Jona (Ascoli, Grassi, Lombardi, Barbagelata); la Commissione per lo studio dei coefficienti di calcolo dei canali e condotte forzate (Del Buono, Mortara, Conti, Forti, Ganassini, Lori, Langhini, Pitter, Rebora e Silvestri); e la Commissione per i Lavori delle Sezioni (Del Buono, Ferraris, Cenzato, Rebora, Bianchi, e tutti i Presidenti delle Sezioni).

POSTA DEI LETTORI

Ing. V. M. - Milano. — In risposta alla Sua giusta richiesta del 6 Marzo u. s., possiamo dirLe che i dati di consumo dei motori Diesel di cui nella descrizione della centrale termica del Volturno, si riferiscono a olio pesante da 10 000 calorie secondo l'uso più comune nei contratti relativi a simili macchinari.

TEDESCHI GIOVANNI FU GIOVANNI, gerente responsabile ARTI GRAFICHE VARESINE - VARESE

VOL. VIII (XXV degli Atti) 25 Aprile 1921 N. 12

L'ELETTROTECNICA

GIORNALE ED ATTI DELLA

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

REDAZIONE ED AMMINISTRAZIONE: VIA SAN PAOLO, 10 - MILANO - TELEFONO N. 20-86

REDATTORE CAPO: A. BARBAGELATA - REDATTORI U. BORDONI - M. SEMENZA - G. VALLAURI

È GRADITA LA COLLABORAZIONE DEI LETTORI - GLI ARTICOLI DI INTERESSE GENERALE ACCETTATI DALLA REDAZIONE SONO COMPENSATI

I MANOSCRITTI NON SI RESTITUISCONO

I lavori dell'A. E. I. e il futuro Congresso.

Come annunciammo, si sono riunite a Roma il 16 e 17 corr. varie Commissioni ed il Consiglio Generale dell'Associazione e si è preso in esame il vastissimo programma di lavoro formulato dalla nuova Presidenza Generale, del quale pubblichiamo un riassunto in altra parte del giornale.

Il programma fu favorevolmente accolto dal Consiglio e si è così deciso di istituire in seno alla A. E. I. un nuovo *Comitato idrotecnico*, il quale, con una serie di Commissioni permanenti, abbia a studiare tutti i più importanti problemi, tecnici, economici, giuridici, relativi alla costruzione ed all'esercizio degli impianti idroelettrici, integrando e completando l'opera del già esistente Comitato Elettrotecnico. Si è stabilito il Regolamento per il Premio Jona, istituito in seguito al noto lascito del compianto Collega: si è riunita per la prima volta la nuova Commissione costituita dai Presidenti delle 14 Sezioni, e dai Membri della Presidenza Generale, la quale dovrebbe dare buoni frutti nei riguardi dell'attività delle singole Sezioni che, in questi ultimi anni, ha senza dubbio subito un ristagno se non sempre un regresso, mentre, in un organismo federativo come il nostro, la vitalità delle Sezioni dovrebbe essere alla base di ogni utile lavoro collettivo. E si è pure trattato molto delle prossime riunioni annuali. La nuova Presidenza generale ha fatto ufficialmente suoi i criteri sui quali, modestamente, da anni insistiamo in queste note, e che, del resto, sono da tempo seguiti dalle maggiori associazioni consorelle, e si è eretta in Commissione speciale per l'organizzazione tecnica delle riunioni annuali aggregandosi la scrivente Redazione. La nuova Commissione così creata dovrà prefissare in tempo i temi fondamentali intorno ai quali dovrà imperniarsi ogni Congresso, scegliere i relatori e curare che i testi delle memorie o relazioni siano pronti per la stampa possibilmente due mesi prima del Congresso, in modo da poter ancora predisporre le discussioni. Programma massimo, che, naturalmente, non potrà essere raggiunto se non per gradi e con tutti i temperamenti suggeriti dall'indole e dalle abitudini dei nostri studiosi, e che dovrebbe avere la sua prima vera applicazione nella riunione annuale del 1922 la quale dovrebbe essere dedicata ai maggiori problemi relativi alla costruzione ed all'esercizio degli impianti idroelettrici. Per la riunione autunnale di quest'anno, che si terrà in Sicilia, si dovrebbero trattare alcuni temi che interessano particolarmente la nostra bella isola, come il problema di trasmettere attraverso allo stretto di Messina l'energia elettrica generata nei grandi impianti di Calabria; il problema locale dei serbatoi, quello dell'applicazione dell'energia elettrica ai lavori delle miniere, ecc. ecc. Questo per la parte tecnica: per la parte turistica possiamo solo dire, senza commettere indiscrezioni, che il programma abbozzato dai cortesi ospiti delle Sezioni di Palermo e di Catania è quanto mai attraente. In una settimana (otto giorni fra la partenza da Napoli e il ritorno a Napoli) si passerebbero in rassegna le più caratteristiche bellezze della Trinacria: da Monreale alla Circumetnea, da Girgenti a Siracusa, a Taormina; dalle miniere di zolfo ai nuovi grandi impianti idro-elettrici di Palermo.

Non mancheremo di tenere informati i lettori di quanto verrà man mano concretandosi: frattanto rivolgiamo viva preghiera a coloro che intendessero occuparsi degli argomenti sopra accennati, oppure avessero in preparazione comunicazioni di carattere generico, di informarne al più presto l'Ufficio Centrale.

Di un altro progetto di grande importanza si è occupato il Consiglio: si tratterebbe di soddisfare finalmente al desiderio di quanti si interessano ai nostri impianti, affrontando, con nuovi mezzi e con nuovi criteri, la descrizione sistematica e coordinata delle nostre grandi e caratteristiche Centrali. Per quanto il progetto sia stato lungamente esaminato e discusso, non crediamo di poter ora aggiungere di più: le difficoltà da superare non sono poche nè lievi e vanno affrontate con metodo. Siamo però certi che alla nuova iniziativa, su cui torneremo ampiamente non appena ci sarà consentito, non mancherà l'appoggio caloroso di tutti i Consoci.

L'odierna crisi industriale e le questioni del giorno.

Nel Consiglio di Roma si è discusso animatamente anche circa la condotta che la Presidenza ed il Sodalizio dovrebbero assumere in relazione ai nuovi progetti di legge, in preparazione, sugli impianti e sull'industria elettrica. E si è nuovamente affermato il diritto per l'A. E. I. di far sentire tempestivamente la sua voce in materia di così grande interesse. Intanto, sulla questione relativa ai nuovi prezzi dell'energia elettrica pubblichiamo, nelle note economiche, alcune considerazioni di SPECTATOR, rinviando al prossimo numero la consueta rassegna del Collega Ing. Civita che ha potuto finalmente riprendere la sua collaborazione diretta al nostro giornale.

Lo spirito anti industriale in Italia.

Il Senatore CORBINO ha tenuto recentemente a Roma un'interessante conferenza nella quale egli ha esaminato, colla consueta chiarezza di idee e concisione di pensiero, tutto quanto di danno ha potuto fare in Italia lo spirito anti-industriale che imbeve in minori o maggiori proporzioni tutti gli strati della popolazione.

Noi tutti conosciamo quanto le idee generalmente diffuse in Italia siano contrarie alla concezione industriale che ha saputo imporsi nei paesi più progrediti, dove l'industria non è considerata con continui sospetti come lo è da noi, ma è ritenuta una delle basi più importanti per lo sviluppo della ricchezza e del progresso della nazione.

L'esame critico del Prof. Corbino è però destinato a rischiarare le idee di molti e specialmente a coloro che nell'alta burocrazia romana considerano l'industria e per essa gli industriali come una massa indefinita di seccatori creata appositamente per tormentare la pace governativa. Da tale considerazione consegue fatalmente il pensiero che ben meglio sarebbe sopprimere completamente l'industria per abolire le seccature che da essa derivano! Conclusione di questo modo unilaterale di considerare la quistione è il movimento attualmente in pieno sviluppo che si basa sul postulato (non dimostrato nè dimostrabile) che l'Italia debba essere nell'avvenire sempre e solamente un paese agricolo e solo al miglioramento dell'agricoltura debba dirigere i propri sforzi.

Naturalmente in un argomento di questo genere è difficile che la punta politica non entri e lo stesso prof. Corbino, che pure esamina il problema da un punto di vista elevatissimo, non può fare a meno di toccarla, ed è anzi su una nota politica, quale è quella che termina la smagliante conferenza, che noi ci permettiamo di non essere completamente d'accordo col prof. Corbino, perchè noi riteniamo che spetti appunto a chi vive di scienza pura e non ha interessi da difendere, di ergersi a sostenitore delle idee giuste e tecnicamente ineccepibili, anzichè adattarsi fatalisticamente ad obbedire al partito dominante, che, appunto perchè è partito, ha dei dogmi e non delle verità da far rispettare.

Calcolo delle freccie e delle tensioni.

Con criteri nuovi e partendo dalle note equazioni delle catenarie, l'ing. SANTUARI, in un articolo denso di concetti, sviluppa un elegante metodo di calcolo delle freccie e delle loro variazioni, in seguito a cambiamenti di sovraccarico e di temperatura, il quale presenta un vero carattere di originalità.

In sostanza il sistema proposto dall'ing. SANTUARI si basa sulla concezione della tensione residua che si avrebbe in una campata di filo sospeso quando si supponesse annullato il peso del filo e ridotta la freccia a zero. Si tratta evidentemente di un artificio matematico, ma è chiaramente concepibile dall'esame delle equazioni delle catenarie, come da un dato valore della tensione residua vengano caratterizzati univocamente tutti gli elementi dei vari stadi che si possono presentare in seguito tanto a variazioni di temperatura che a variazioni di sovraccarico. Di conseguenza è possibile ridurre il calcolo di stabilità delle campate sospese alla sola considerazione della tensione residua.

Il metodo proposto dall'ing. Santuari risulta quindi molto generale e adattabile a casi variabilissimi. Ciò che ancora manca a complemento dello studio è la preparazione di un metodo grafico, semplice e comodo così da portare l'impiego del sistema di calcolo nell'ambito della pratica di montaggio delle linee, rendendolo utilizzabile anche a chi non ha molta famigliarità colle formole matematiche.

LA REDAZIONE.

DI DUE GRANDEZZE CARATTERISTICHE DELLA CATENARIA E DEL LORO USO NEL CALCOLO PRATICO DI CONDUTTORI SOSPESI

Ing. EMILIO SANTUARI

1. — *La « tensione residua » a temperatura costante.*

Una fune di materiale omogeneo, considerata perfettamente flessibile, tesa fra due sostegni distanti fra di loro l metri con una tensione specifica di di T Kg/mm², si dispone secondo un arco di catenaria, e assume una freccia massima f il cui valore è dato praticamente dalla equazione

$$f = \frac{m\ p\ l^2}{8\ T} \tag{1}$$

Nella stessa p indica il peso proprio del filo in kg/cm³ e m il coefficiente di sovracarico.

Questa equazione, come tutte le seguenti che verranno esposte e derivate, è valida, come è noto, nel caso in cui il rapporto $\frac{f}{l}$ sia sufficientemente piccolo per poter considerare il carico unitario $m\,p$ distribuito uniformemente su tutta la lunghezza della campata, anzichè su quella dell'arco di catenaria.

Questa è una condizione che si verifica nel maggior numero dei casi pratici.

Se λ è la lunghezza dell'arco della catenaria, si può scrivere con grande approssimazione:

$$\lambda = l + \frac{8}{3}\frac{f^2}{l} \tag{2}$$

Si indichi inoltre con E il modulo d'elasticità in kg/mm² del materiale di cui è composta la fune e con α il coefficiente di dilatazione termica lineare dello stesso.

Si supponga che per una data campata il coefficiente di sovracarico m assuma tutti i valori possibili, restando inalterate la temperatura t e la lunghezza della campata. Con un sovracarico m_1 la lunghezza dell'arco di catenaria, la tensione specifica e la freccia assumeranno rispettivamente i valori λ_1, T_1 e f_1, con un sovracarico m_2 i valori λ_2, T_2, e f_2.

Sarà valida la relazione:

$$\lambda_1\left(1 - \frac{T_1}{E}\right) = \lambda_2\left(1 - \frac{T_2}{E}\right)$$

Sostituendo a λ_1 e λ_2 i valori dati dalla equazione (2) cioè:

$$\lambda_1 = l + \frac{8}{3}\frac{f_1^2}{l}$$

$$\text{e}\quad \lambda_2 = l + \frac{8}{3}\frac{f_2^2}{l}$$

si ha $$\left(l + \frac{8}{3}\frac{f_1^2}{l}\right)\left(1 - \frac{T_1}{E}\right) = \left(l + \frac{8}{3}\frac{f_2^2}{l}\right)\left(1 - \frac{T_2}{E}\right)$$

e, se si trascurano le grandezza piccolissime di II ordine,

$$l\left(1 - \frac{T_1}{E}\right) + \frac{8}{3}\frac{f_1^2}{l} = l\left(1 - \frac{T_1}{E}\right) + \frac{8}{3}\frac{f_2^2}{l}$$

$$\text{ossia}\quad \frac{8}{3}\frac{f_1^2}{l} - l\frac{T_1}{E} = \frac{8}{3}\frac{f_2^2}{l} - l\frac{T_2}{E} \tag{3}$$

Se si suppone che il coefficiente di sovracarico m_2 venga gradatamente ridotto, le frecce che la fune verrà assumendo in corrispondenza ai diversi valori di m_2 diventeranno sempre minori, finchè per il valore di $m_2 = 0$, che si verificherebbe nel caso in cui la fune fosse scaricata completamente del peso proprio in una maniera qualunque, per esempio, applicando su tutta la lunghezza della stessa delle forze uniformi ed uniformemente distribuite, agenti in senso contrario al carico specifico della fune e di valore tale da equilibrarlo perfettamente, la freccia assumerà un valore ben definito, in generale diverso dal valore zero, a cui corrisponderà una tensione specifica zero. Indicando con la lettera f_0 questa freccia, si potrà scrivere, essendo $T_2 = 0$ l'equazione:

$$\frac{8}{3}\frac{f_1^2}{l} - l\frac{T_1}{E} = \frac{8}{3}\frac{f_0^2}{l}$$

dalla quale si può calcolare il valore di f_0.

E' chiaro che il valore di f_0 sarà diverso da zero in tutti i casi in cui la lunghezza della fune non tesa sarà maggiore di quella della campata.

Se con λ_0 si indica la lunghezza della fune non tesa, si potrà scrivere:

$$\lambda_0 = \lambda\left(1 - \frac{T_1}{E}\right),$$

$$\text{ossia}\quad \lambda_0 = l\left(1 - \frac{T_1}{E}\right) + \frac{3}{8}\frac{f_1^2}{l}$$

Perchè f_0 scompaia occorre che $\lambda_0 \leqq l$, cioè che

$$l \geqq l\left(1 - \frac{T_1}{E}\right) + \frac{8}{3}\frac{f_1^2}{l}$$

Risolta questa disuguaglianza si ha:

$$T_1 \geqq \sqrt[3]{\frac{E}{24}\, m_1^2\, p^2\, l^2}$$

quindi

$$\text{a)}\quad f_0 > 0 \quad \text{se} \quad T_1 < \sqrt[3]{\frac{E}{24}\, m_1^2\, p^2\, l^2}$$

$$\text{b)}\quad f_0 = 0 \quad \text{se} \quad T_1 \geqq \sqrt[3]{\frac{E}{24}\, m_1^2\, p^2\, l^2}$$

Per portare nel caso a) f_0 al valore zero è necessario di aumentare ulteriormente le forze uniformi e distribuite uniformemente su tutta la lunghezza della campata, che, come si è visto, avevano fin quì lo scopo di equilibrare il carico specifico della fune, di modo che il loro valore specifico risulti maggiore di quello del carico specifico della fune. Questo equivale evidentemente ad una ulteriore diminuzione di m_2, coefficiente che in tal caso assumerà dei valori negativi. E' bene osservare a questo punto che il coefficiente m è rappresentato in generale da una grandezza scalare, cioè senza direzione. Nel caso in questione però, essendo la direzione della forza $m_2\, p$ opposta a quella della freccia, è necessario introdurre per m_2 dei valori negativi. Sotto l'azione della forza specifica $m_2\, p$ la fune, pure essendo perfettamente flessibile, in assenza di qualsiasi forza laterale, si deformerà teoricamente sempre nel piano formato dall'arco della catenaria e la tensione specifica T_2 da zero passerà a valori negativi, fino a raggiungere un valore limite ben definito, indicato in seguito colla lettera τ e che verrà chiamato, « *tensione residua* », quando la freccia f_2 sarà scomparsa. I valori negativi di T_2 e di τ significano in altre parole che la fune sarà soggetta in quelle date condizioni ad una forza di compressione.

Nel caso b) poi il valore limite di T_2 per $f_2 = 0$ corrisponde di già al valore τ. Esso sarà positivo, o assumerà il valore zero, secondo che la lunghezza della fune non tesa sarà minore o eguale a quella della campata.

Riassumendo, si potranno avere le seguenti possibilità:

$$\text{a)}\quad f_0 > 0 \quad \tau < 0 \quad \text{per} \quad T_1 < \sqrt[3]{E\,\frac{m_1^2\, p^2\, l^2}{24}}$$

$$\text{b}_1)\quad f_0 = 0 \quad \tau = 0 \quad \text{per} \quad T_1 = \sqrt[3]{E\,\frac{m_1^2\, p^2\, l^2}{24}}$$

$$\text{b}_2)\quad f_0 = 0 \quad \tau > 0 \quad \text{per} \quad T_1 > \sqrt[3]{E\,\frac{m_1^2\, p^2\, l^2}{24}}$$

Nelle condizioni di questo caso limite la fune può essere evidentemente considerata, ed in corrispondenza ne può essere studiato il comportamento, come una sbarra rigida formata del materiale stesso, di cui è composta la fune. La semplificazione che si ottiene in tale maniera nei metodi di calcolo risulterà chiara da quanto verrà esposto in seguito.

Ritornando ora alla formola 3) è facile trovare una relazione semplice fra le singole grandezze della catenaria per il caso in cui $f_2 = 0$ e perciò $T_2 = \tau$. Sostituendo questi due valori a f_2 risp. T_2 si ha:

$$\frac{8}{3}\frac{f_1^2}{l} - l\frac{T_1}{E} = -l\frac{\tau}{E} \tag{4}$$

Questa equazione si può scrivere anche sotto altra forma. Considerando che

$$f_1 = \frac{m_1\, p\, l^2}{8\, T_1}$$

e sostituendo questo valore nella (4), con semplice trasformazione si ha:

$$\tau = T_1 - \frac{E}{24}\frac{m_1^2\, p^2\, l^2}{T_1^2} \tag{5}$$

Questa equazione permette di calcolare τ, date le condizioni iniziali di sovracarico e tensione, m_1 e T_1, alle quali viene tesa una fune, di peso specifico p e avente un modulo d'elasticità E, su una campata di l metri.

La relazione (5) dimostra che per una data campata l e un peso specifico p della fune, la tensione residua τ assume un valore determinato in modo univoco, che dipende esclusivamente dalla elasticità del materiale, di cui è composta la fune, e dalle condizioni iniziali di posa. La tensione residua τ va considerata perciò come tensione caratteristica per una campata tesa sotto date condizioni e serve perfettamente a definirle.

E' bene osservare a questo punto che la tensione residua τ ha un valore prettamente teorico, che in pratica non verrà mai realizzato, e che anzi in molti casi detto valore non rappresenta che una grandezza puramente matematica. Infatti detta tensione, calcolata come sopra, tenendo conto cioè di una esatta proporzionalità fra la deformazione elastica della fune e la forza, che ne è la causa, raggiunge per esempio per funi di rame o di alluminio, tese su campate lunghe e soggette a forti sovracarichi, valori negativi tali, da superare di molto il carico di rottura e quindi anche il limite di elasticità del materiale di cui sono composto le funi.

2. — *Rappresentazione grafica del comportamento di un conduttore sospeso a temperatura costante.*

Calcolato così il valore di τ, è facile rappresentare graficamente la relazione (4).

Volendo scriverla sotto forma generale e modificandola leggermente si ha:

$$f^2 = \frac{3}{8}\frac{l^2}{E}(T - \tau) , \qquad (6)$$

Questa relazione permette di essere rappresentata graficamente in modo assai facile (cfr. fig. 1).

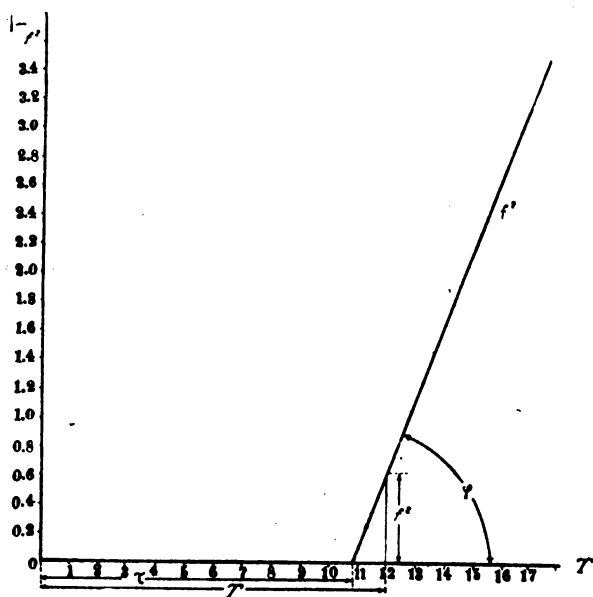



Fig. 1

Essa è data da una retta, se si prendono come ascisse i valori di T e come ordinate quelli di f^2. L'angolo d'inclinazione di questa retta sull'asse delle ascisse è espresso dalla relazione

$$\text{tg}\ \varphi = \frac{3}{8}\frac{l^2}{E}$$

e dipende come si vede, a campata costante, solo dal modulo di elasticità E.

Il tratto dell'asse delle ascisse compreso fra l'origine e il punto d'incrocio della retta coll'asse stesso è rappresentato dal valore della tensione residua τ. La retta raffigurante f^2 in funzione di T si può facilmente tracciare se si conoscono T_1 e m_1, sia calcolando τ e tg φ, sia calcolando f_1^2 e τ, oppure f_1 e tg φ.

Il valore di $f_1{}^2$ è dato naturalmente da

$$f_1{}^2 = \frac{m_1{}^2\ p^2\ l^4}{64\ T_1{}^2}$$

Tracciata la retta rappresentante f^2 in funzione di T si può calcolare il valore del sovracarico m per qualsiasi valore di T servendosi della relazione

$$m = \frac{8\ T}{p\ l_2}\sqrt{f^2}$$

Dai valori di f^2 si potranno calcolare facilmente col regolo i valori corrispondenti di f (la curva rappresentante f in funzione di T è data da una parabola).

La fig. 2 rappresenta graficamente le relazioni che sussistono fra i valori di f^2, f, e m considerati come ordinate e i valori corrispon-

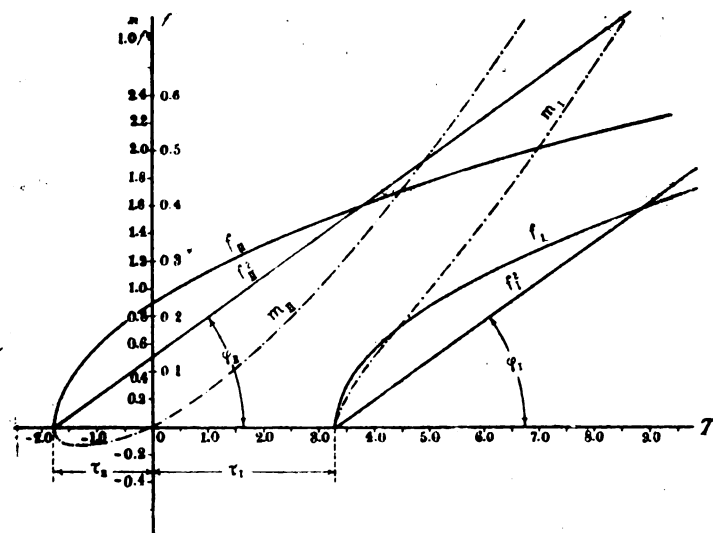



Fig. 2

denti di T considerati come ascisse, per una fune di rame tesa su una campata di $l = 31{,}6$ metri.

Le costanti assunte di base per la fune di rame sono le seguenti:

$p = 8{,}9 \,.\, 10^{-3}$ $\qquad E = 13 \,.\, 10^3$

Le curve $f^2{}_1$, f_1 e m_1, sono valide per le seguenti condizioni di posa

$T_1 = 5$ Kg/mmq $\qquad$ e $m_1 = 1$

Le curve $f^2{}_{11}$, f_{11} e m_{11} per

$T_1 = 3$ Kg/mmq $\qquad$ e $m_1 = 1$.

Per le condizioni di posa del caso (I) la tensione residua risulta positiva e cioè di 3,28 Kg/mmq per quelle del caso (II) essa assume invece un valore negativo pari a — 1,78 Kg/mmq. E' interessante rilevare dal percorso della curva di m_{11} che, per una tensione residua negativa, m assume due volte il valore zero, la prima in corrispondenza alla tensione $T = 0$ e alla freccia f_0, la seconda alla tensione residua τ. Fra questi due punti m raggiunge un massimo negativo per $T = \frac{2\ \tau}{3}$.

Si rileva inoltre dalle curve che le rette per $f_1{}^2$ e $f_{11}{}^2$ sono parallele fra di loro. Infatti:

$$\text{tg}\ \varphi_I = \text{tg}\ \varphi_{II} = \frac{3}{8}\frac{l^2}{E}.$$

3. — *La « tensione residua » a temperatura variabile.*

E' stato studiato fin quì il comportamento di una fune sospesa, a temperatura costante.

Si supponga ora di avere una fune tesa su una data campata in condizioni di posa ben definite alla temperatura di t_1° C. La tensione residua per la stessa risulti di τ_I Kg/mmq. Si voglia trovare la relazione che sussiste fra le singole grandezze f^2, f, m, e T per questa fune portata alla temperatura di t_2° C.

Se si indica con τ_{II} la tensione residua della fune a t_2° C, si potrà scrivere la relazione:

$$l\left(1 - \frac{\tau_I}{E} - \alpha\ t_1\right) = l\left(1 - \frac{\tau_{II}}{E} - \alpha\ t_2\right)$$

Nella stessa α indica il coefficiente termico di dilatazione lineare del materiale, di cui è composta la fune.

Risolvendola si ha:

$$\tau_{II} = \tau_I - \alpha\ E\ (t_2 - t_1)$$

e se si indica con $\Delta\ t$ il salto di temperatura $t_2 - t_1$

$$\tau_{II} = \tau_I - \alpha\ E\ \Delta\ t \qquad (7)$$

La relazione (7) dimostra che la tensione residua, ha un valore, date le condizioni iniziali di posa di un conduttore, indipendente dal sovracarico a cui è soggetto questo conduttore, ma che detto valore varia linearmente colla temperatura.

Questa proprietà fondamentale della tensione residua permette di modificare senz'altro il grafico esposto antecedentemente adattandolo al caso generale, nel quale il conduttore sospeso è soggetto anche a variazioni di temperatura.

4. — *Rappresentazione grafica del comportamento di un conduttore sospeso a temperatura variabile.*

Per la campata a t_2° C sussisterà la relazione (6)

$$f_{II}^2 = \frac{3\ l^2}{8\ E} (T - \tau_{II})$$

essendo la relazione (6) corrispondente per la temperatura di t_1° C:

$$f_I^2 = \frac{3\ l^2}{8\ E} (T - \tau_I)$$

Le due relazioni sono identiche e differiscono fra di loro solo nel termine τ.

Se nella prima equazione si sostituisce a τ_{II} il valore dato dalla formola (7) si ha:

$$f_{II}^2 = \frac{3\ l^2}{8\ E} \left[T - (\tau_I - \alpha\ E \Delta\ t)\right] \qquad (8)$$

Rappresentata graficamente, la relazione fra f_{II}^2 e T è data da una retta parallela alla retta di f_I^2 e spostata rispetto a quest'ultima in senso contrario al salto di temperatura $\Delta t = t_2 - t_1$ di una lunghezza misurata sull'asse delle ascisse o parallelamente allo stesso eguale a $\alpha\ E\ \Delta\ t$.

La curva f_{II} è pure identica alla curva f_I spostata parallelamente a se stessa del tratto $- \alpha\ E\ \Delta\ t$.

Mentre la costruzione del fascio di curve f_{II}^2 e f_{II} alla temperatura t_2 riesce assai facile, conosciuto il fascio corrispondente f_{II}^2 e f_{II} e la temperatura t_1, non altrettanto semplice è quella della curva m_{II}, dovendo quest'ultima venir calcolata per punti in base alla relazione

$$m_{II} = \frac{8\ T}{p\ l^2} \sqrt{f_{II}^2}$$

I punti corrispondenti a eguale sovracarico delle curve f_I^2 e f_{II}^2 si trovano sulla curva data dall'equazione

$$f^2 = \frac{m^2\ p^2\ l^4}{64\ T^2}$$

per m, p e l costanti e T variabile e sono dati dai punti di incrocio di questa curva colle rette f_I^2 e f_{II}^2.

Ritornando al caso della fig. 2, è evidente che essa rappresenta le condizioni di tensione, freccia e sovracarico per una data fune tesa su una determinata campata sottoposta a diverse temperature. Essendo:

$$\tau_I = +\ 3{,}28\ \text{Kg/mm}^2$$
$$\tau_{II} = -\ 1{,}78\ \text{Kg/mm}^2$$

e assumendo per α il valore di $16{,}5 \cdot 10^{-6}$, si può calcolare il salto di temperatura $\Delta\ t$ dalla relazione (7)

$$\Delta t = \frac{\tau_I - \tau_{II}}{\alpha\ E} = \frac{3{,}28 + 1{,}78}{16{,}5 \cdot 10^{-6} \cdot 13 \cdot 10^3} = 23{,}6°\ C$$

Da quanto è stato detto, si vede che il metodo di calcolo esposto serve a calcolare in maniera relativamente facile e rappresentare graficamente in modo evidente le variazioni di tutte le grandezze interessanti il comportamento di una fune tesa fra due sostegni col variare delle condizioni di carico e di temperatura. Prima di passare allo sviluppo di un secondo diagramma ancora più semplice e che si basa esso pure sul metodo della tensione residua, è opportuno svolgere il calcolo di un esempio che si incontra in moltissimi casi pratici.

5. — *Applicazione pratica generale del grafico antecedente.*

Si debba tendere una fune di rame fra due sostegni distanti fra di loro $l = 140$ metri, in modo che alla temperatura invernale di $t_0 = -10°$ C e con un sovracarico $m_{0v} = 1{,}5$ la tensione specifica sia $T_{0v} = 12$ Kg/mmq.

Le costanti per il rame sono:

$$p = 8{,}9 \cdot 10^{-3} \qquad E = 13 \cdot 10^3 \qquad \alpha = 16{,}5 \cdot 10^{-6}$$

Si voglia trovare la curva di posa per questa fune, rappresentante i differenti valori che assume la tensione T alle differenti temperature e col sovracarico $m = 1$.

La tensione residua τ_0 per la temperatura t_0 è data dall'equazione:

$$\tau_0 = T_{0v} - \frac{E}{24} \frac{m_{0v}^2\ p^2\ l^2}{T_{0v}^2} = -\ 1{,}15\ \text{Kg/mm}^2$$

La freccia f_{0v} a t_0° C, alla tensione T_{0v} e col sovracarico m_{0v} sarà

$$f_{0v} = \frac{m_{0v}\ p\ l^2}{8\ T_{0v}} = 2{,}73\ \text{m} . \quad \text{Quindi}$$

$$f_{0v}^2 = 7{,}45\ \text{m}^2$$

Conosciuti questi valori, oppure nel caso in cui il punto per τ_0 risultasse inaccessibile, il valore di $\operatorname{tg} \varphi = \frac{3\ l^2}{8\ E} = 0{,}565$, di f_{0v}^2 di T^2_{0v} e di T_{0v} si può tracciare la retta per f_0^2 a t_0° C e per m variabile (fig. 3)

Si calcola in seguito e si costruisce la curva di f^2 per $m = 1$ data dalla formola:

$$f^2 = \frac{p^2\ l^4}{64\ T^2}$$

per diversi valori di T.

L'ascissa passante per il punto d'incrocio A di questa curva con la retta di f^2_0 dà la tensione $T_0 = 9$ Kg/mm² che assume la catenaria alla temperatura $t_0 = -10°$ C e col sovracarico m = 1.

Volendo ora calcolare la tensione T_1 per la temperatura $t_1 = +\ 50°$ C e col sovracarico $m = 1$, si sposta la retta di f_0^2 paral-

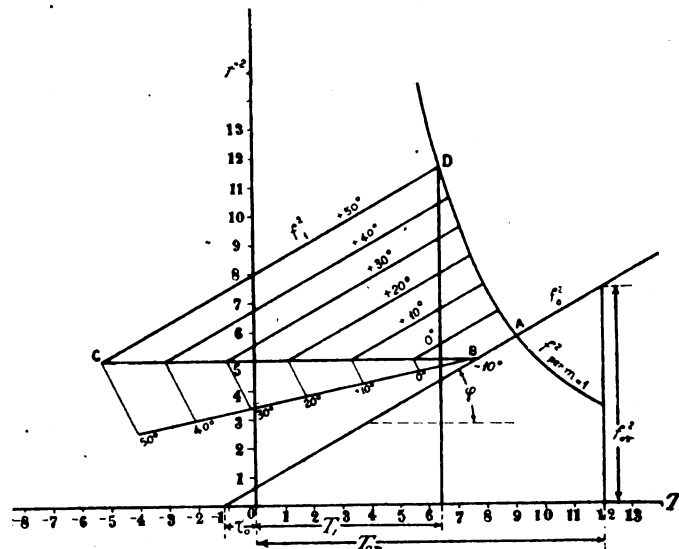



Fig. 3

lelamente a se stessa per il tratto $B\ C$ misurato in senso parallelo all'asse delle ascisse facendo $B\ C = \alpha\ E\ (t_1 - t_0) = 12{,}9$. La retta f_1^2 parallela alla f_0^2 passante per C rappresenterà la retta per f_1^2 a t_1° C per m variabile. L'ascisse del punto d'incrocio D di questa retta colla curva di f^2 per $m = 1$ dà il valore cercato di $T_1 = 6{,}42$ Kg/mm². Altri valori di T per altre temperature possono essere trovati facilmente adottando la costruzione grafica accennata nella fig. 3.

Un diagramma di questo genere è particolarmente indicato per i casi in cui si voglia studiare l'influsso della variazione del modulo d'elasticità E sul comportamento di una fune tesa.

Una costruzione grafica analoga si ottiene svolgendo il calcolo in maniera del tutto simile per il quoziente $\left(\frac{f}{T}\right)$ anzichè per f^2.

La grandezza $\left(\frac{f}{T}\right)$ rappresentata in funzione di T è pure una retta, la cui inclinazione sull'asse dell'ascisse dipende però oltre che dal modulo d'elasticità anche dal sovracarico.

6. — *Impiego generale del metodo della tensione residua alla soluzione di problemi pratici e alla costruzione di abachi.*

Il metodo della tensione residua offre inoltre la possibilità di una soluzione assai più semplice e più elegante per i casi più numerosi in pratica, in cui devono studiarsi le variazioni fra le diverse grandezze di catenarie formate da funi di un dato materiale.

L'equazione (5) si può scrivere nella sua forma generale come segue:

$$\tau = T - \frac{E}{24} \frac{m^2\ p^2\ l^2}{T^2}$$

Per l e m costanti essa serve a calcolare i diversi valori della tensione residua τ in funzione della tensione specifica T. Essa può essere rappresentata graficamente da una curva del genere di quella della fig. 4.

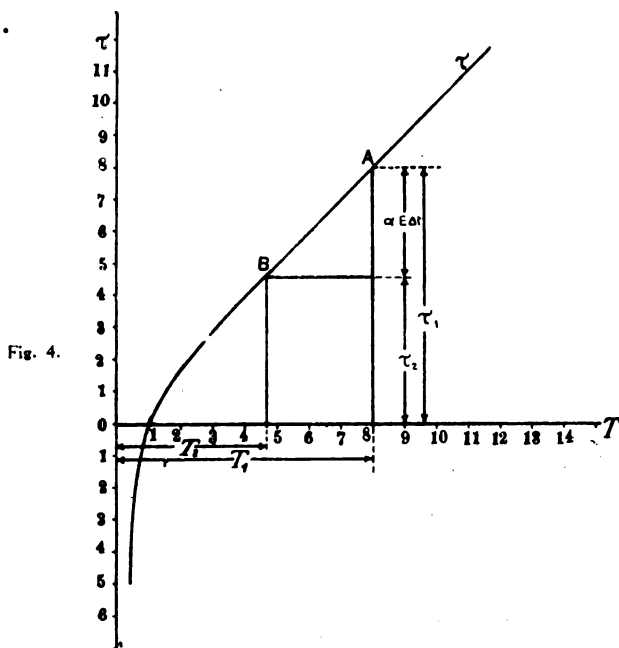
Data questa curva, si voglia cercare la tensione T_2 che la fune assume a sovracarico costante alla temperatura t_2 quando sia conosciuta la tensione T_1 che la fune assume alla temperatura t_1.

Alla tensione T_1 corrisponde il punto A della curva, la cui ordinata dà il valore della tensione residua τ_1 alla temperatura t_1. Alla temperatura t_2 a sovracarico e campata costante la tensione residua assumerà il valore di τ_2 dato dalla relazione (7)

$$\tau_2 = \tau_1 - \alpha\ E\ \Delta\ t = \tau_1 - \alpha\ E\ (t_2 - t_1)$$

Ne segue una costruzione grafica semplicissima rappresentata dalla fig. 4. Trovato così il valore di τ_2, si cerca sulla curva di τ il valore di T_2 corrispondente (punto B), che è poi quello che si voleva trovare.

Se si passa ora a trattare il caso più comune, che è analogo a quello già svolto nell'esempio pratico della fig. 3, appare chiaro che coll'aiuto della curva rappresentante τ in funzione di T, per sovracarico e campata costanti, la soluzione di questo problema riesce di una semplicità elementare. Si pensi infatti che la tensione residua per una

Fig. 4.

data campata a temperatura costante rimane invariata qualunque sia il valore del sovracarico; in altri termini questo significa che la curva rappresentante la tensione specifica T per i diversi valori del sovracarico m e a temperatura costante è data da una retta parallela all'asse dell'ascisse.

Riassumendo le diverse conclusioni, a cui si è arrivati, si può affermare che nel diagramma rappresentante la tensione residua τ in funzione della tensione specifica T.

1) — le curve raffiguranti la variazione della tensione residua τ colla temperatura t, a sovracarico costante, sono date da rette parallele all'asse delle ordinate.

2) — le curve raffiguranti le variazioni della tensione specifica T col sovracarico, a temperatura costante, sono date da rette parallele all'asse delle ascisse.

3) — le differenze dei valori delle ordinate sono proporzionali al salto di temperatura.

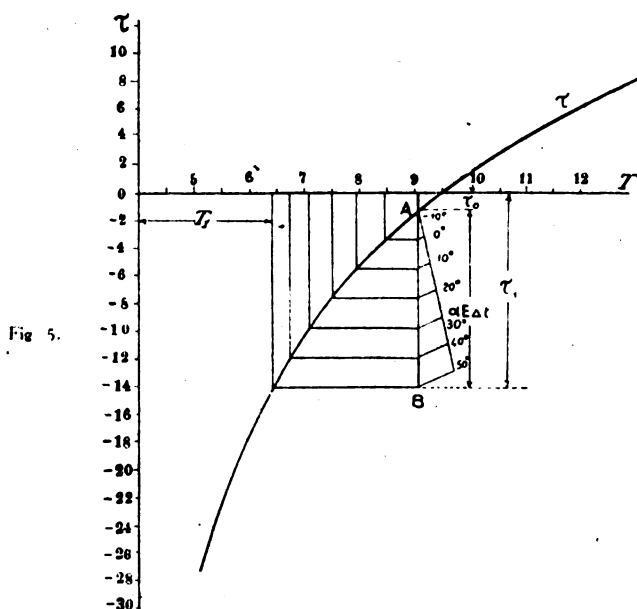



Fig. 5.

Ritornando all'esempio pratico della fig. 3 e svolgendolo col nuovo metodo si ottiene la fig. 5.

Si calcola anzitutto la tensione residua τ_0 corrispondente alla temperatura di $t_0 = -10^\circ C$ coll'aiuto della formola:

$$\tau_0 = T_{0v} - \frac{m_{0v}^2 \; p^2 \; l^2}{T_{0v}^2} = -1{,}15 \text{ Kg/mm}^2$$

Si costruisce in seguito la curva rappresentante la tensione τ in funzione di T a sovracarico costante ($m = 1$). Tracciata questa curva, si cerca il punto a cui corrisponde il valore di $\tau_0 = -1{,}15$ Kg/mm² (punto A).

Si calcola poi la tensione residua τ_1 corrispondente alla temperatura $t_1 = +50^\circ C$ colla relazione:

$$\tau_1 = \tau_0 - \alpha E (t_1 - t_0) = -1{,}15 - 12{,}9 = -14{,}05 \text{ Kg/mm}^2$$

Quest'operazione può essere fatta graficamente levando dal valore di τ_0 quello dato da $\alpha E (t_1 - t_0)$ (tratto A - B).

Si cerca infine sulla curva di τ l'ascissa T corrispondente all'ordinata τ_1. Questo sarà il valore T_1 che si voleva trovare, nel nostro caso $T_1 = 6{,}42$ Kg/mm², che corrisponde esattamente a quello ottenuto mediante il metodo esposto nella fig. 3. E' facile calcolare i valori di T corrispondenti a qualsiasi temperatura, adottando la costruzione grafica indicata nella fig. 5, che non abbisogna di ulteriori spiegazioni.

Una costruzione grafica altrettanto semplice si ottiene facendo uso della curva rappresentante $(T - \tau)$ in funzione di T dedotta dalla relazione (5).

$$T - \tau = \frac{E}{24} \frac{m^2 \; p^2 \; l^2}{T^2}$$

Non è però il caso di entrare in dettagli ulteriori su questo diagramma.

7. — *La « sovratemperatura caratteristica ». Suo impiego generale alla soluzione di problemi pratici e alla costruzione di abachi.*

Ritornando ora al metodo ultimamente esposto e illustrato dalle fig. 4 e 5, è facile modificarlo ulteriormente rendendolo più adatto alla soluzione di molti problemi occorrenti in pratica, in modo da poterlo impiegare alla costruzione di un abaco semplice per la posa di conduttori aerei. Come si è visto, nei diagrammi delle fig. 4 e 5, le ordinate rappresentano le tensioni residue τ, mentre le differenze fra due tensioni residue per esempio fra τ_1 e τ_2 sono proporzionali alla differenza delle temperature relative $\Delta t = t_2 - t_1$. Questo risulta dalla relazione (7)

$$\tau_1 - \tau_2 = \alpha E (t_2 - t_1) = \alpha E \Delta t$$

Se si divide quest'equazione per la quantità costante αE si ottiene:

$$\frac{\tau_1}{\alpha E} - \frac{\tau_2}{\alpha E} = t_2 - t_1 = \Delta t.$$

Le grandezze $\frac{\tau_1}{\alpha E}$ e $\frac{\tau_2}{\alpha E}$, che hanno evidentemente le dimensioni di una temperatura, hanno un valore e un significato fisico ben definito.

Se si indicano queste grandezze coi simboli θ_1 e θ_2 si può scrivere:

$$\theta_1 = \frac{\tau_1}{\alpha E} \qquad \theta_2 = \frac{\tau_2}{\alpha E} \tag{9}$$

e la relazione (7) diventa:

$$\theta_2 - \theta_1 = t_2 - t_1 \tag{10a}$$

ovvero, se si scrive $\Delta \theta = \theta_2 - \theta_1$,

$$\Delta \theta = -\Delta t \tag{10b}$$

Sostituendo i valori della (9) nell'equazione (5) e scrivendola in forma generale si ha:

$$\theta = \frac{T}{\alpha E} - \frac{m^2 \; p^2 \; l^2}{24 \; \alpha \; T^2} \tag{11}$$

La grandezza θ, che ha le dimensioni di una temperatura, è definita in modo univoco della relazione (11), se sono date le condizioni iniziali di posa di una fune su una campata di determinata lunghezza. Questa grandezza, che si può chiamare *sovratemperatura caratteristica*, è in istretta relazione col valore della tensione residua e può venire definita fisicamente come la temperatura sopra quella dell'ambiente, alla quale deve essere portata la fune, scaricata completamente del proprio peso e non tesa, affinchè la sua lunghezza risulti eguale a quella della campata.

Questa sovratemperatura caratteristica altro non è che la grandezza denominata temperatura fittizia e non definita ulteriormente dagli Ingg. G. e M. Semenza nelle loro « Tavole Grafiche per la posa delle linee elettriche aeree » (Guido e Marco Semenza - « Tavole grafiche per la posa delle linee elettriche aeree » Rivista Tecnica di Elettricità - Milano 1913).

Anche per la sovratemperatura caratteristica valgono le stesse conclusioni, debitamente modificate, che sono state dedotte antecedentemente per la tensione residua. Tenendo conto delle stesse e modificando il grafico della fig. 4 in base alle relazioni 10 e 11, si ottiene la fig. 6, che riesce di una chiarezza evidente e non ha bisogno di ulteriori delucidazioni.

Si ottiene così un diagramma, che può servire benissimo per la costruzione di un abaco; nel quale le ascisse sono date dalle tensioni specifiche T, le ordinate dalle sovratemperature caratteristiche θ

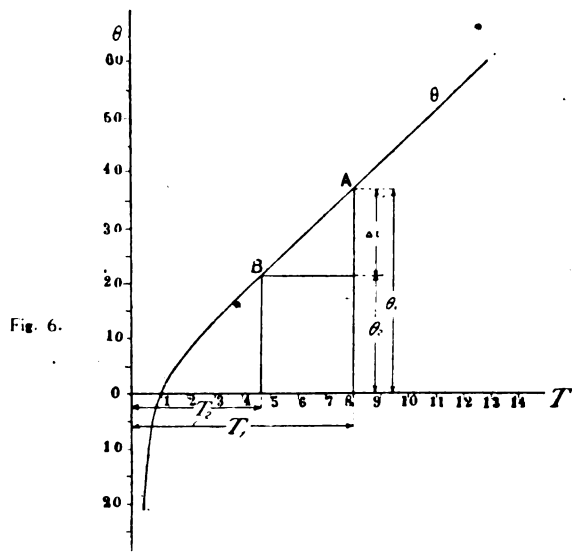



Fig. 6.

e le differenze fra i valori delle ordinate dalle differenze di temperatura reali. Anche in questo caso è possibile di tracciare un diagramma rappresentante la differenza $\left(\frac{T}{\alpha E} - \theta\right)$ in funzione di T in base alla relazione (11)

$$\frac{T}{\alpha E} - \theta = \frac{m^2 p^2 l^2}{24 \alpha T^2}$$

che permette una costruzione altrettanto semplice per dedurre la curva di posa di un conduttore.

Giova infine accennare che i metodi esposti possono venire sviluppati in molteplici maniere per venire adattati alla soluzione di problemi più complessi, e che essi sono stati applicati con successo, per esempio, al calcolo di catenarie semplici e composte per linee di contatto per trazione elettrica.

Il vantaggio dell'impiego del metodo della tensione residua, o di quello della sovratemperatura caratteristica alla soluzione di problemi del genere, appare evidente se si considera che questi metodi permettono di riferire il comportamento di un conduttore sospeso, e di trattarlo in maniera analoga a quello di una sbarra rigida, formata dello stesso materiale del conduttore.

8. — *Riassunto.*

I risultati di questo studio si possono brevemente riassumere come segue:

Le condizioni di posa di una fune tesa su di una data campata, a qualsiasi sovracarico e a temperatura costante, sono definite in modo univoco dal valore di una delle due grandezze caratteristiche, denominate tensione residua e sovratemperatura caratteristica. Queste ultime variano solo col variare della temperatura e precisamente le differenze fra due tensioni residue sono proporzionali al salto di temperatura, mentre le differenze fra le due sovratemperature caratteristiche corrispondenti sono espresse senz'altro dal salto di temperatura.

Rappresentando i valori di una di queste due grandezze caratteristiche in funzione della tensione specifica a sovracarico costante per diversi sovracarichi, oppure per diversi valori del prodotto *mpl* a valore costante di *mpl*, si ottengono degli abachi, dai quali può rilevarsi con tutta facilità la curva di posa di un conduttore del materiale, per cui sono stati calcolati gli abachi, teso su di una campata di determinata lunghezza.

E' logico estendere queste conclusioni alla catenaria esatta elastica e non elastica e si può perciò prevedere che anche in tal caso si potranno tracciare dei diagrammi e rispettivamente degli abachi di altrettanto semplice lettura.

NOTA. — Che la sovratemperatura caratteristica θ abbia il valore e il significato fisico già esposto si può dimostrare anche nella maniera seguente:

Sia λ_0 la lunghezza della fune non tesa, λ_1 la lunghezza della stessa tesa su una campata di l metri alla tensione T_1, si potrà scrivere l'equazione:

$$\lambda_0 \left(1 + \frac{T_1}{E}\right) = \lambda_1$$

In base alla definizione della sovratemperatura caratteristica sarà:

$$\lambda_0 \,(1 + \alpha\,\theta) = l$$

Ricavando il valore di λ_0 da quest'equazione e sostituendolo nella precedente si ha:

$$\frac{l}{1 + \alpha\,\theta}\left(1 + \frac{T_1}{E}\right) = l + \frac{8 f_1^2}{3 l}$$

Questa relazione può modificarsi in

$$l + l\,\frac{T_1}{E} = l + l\,\alpha\,\theta + \frac{8 f_1^2}{3 l} + \alpha\,\theta\,\frac{8 f_1^2}{3 l}$$

Eliminando da ambi i lati la quantità l e trascurando, analogamente a quanto è stato sempre fatto, come grandezza piccolissima di II ordine il membro $\alpha\,\theta\,\frac{8 f_1^2}{3 l}$, con piccole modificazioni si ottiene:

$$\theta = \frac{T_1}{\alpha E} - \frac{8 f_1^2}{3\,\alpha\, l^2}$$

che non è altro che la relazione (11) scritta per il valore particolare di T_1.

Milano, febbraio 1921.

VERIFICA PERIODICA DEGLI ISOLATORI DURANTE L'ESERCIZIO NORMALE SULLE LINEE AD ALTA TENSIONE

Ing. PIO G. VENTURINI

La pratica dell'esercizio di lunghe linee di trasmissione ad alta tensione insegna, che a volte una scarica atmosferica che colpisce la linea può lasciare indisturbato il servizio, mentre l'interruzione per deficienza negli isolatori può avvenire anche in condizioni normali di tensione e di stato atmosferico, o per un lieve aumento del potenziale dovuto a manovre d'interruttori od altro.

Ciò dipende evidentemente dal fatto che le parti costituenti l'isolatore si deteriorano successivamente, diminuendo così il coefficiente di sicurezza della linea, fino a renderlo insufficiente.

E' quindi oltremodo interessante poter sorvegliare periodicamente lo stato delle varie parti degli isolatori, per sostituirli appena si verifica il deterioramento di qualche campanella.

Per far ciò ho studiato un apparecchio che ha dato ottimi risultati su di una serie di prove eseguite su una linea a 70 kV, armata con isolatori in tre pezzi.

L'apparecchio consiste in una scatola metallica A, che fa da condensatore, ed è fissata alla estremità di un tubo isolante di pressphan. Il coperchio di questa scatola è di ebanite e nel suo centro porta fissato uno stelo metallico, che all'esterno è incurvato in modo che sia possibile portarlo a contatto del cemento che unisce due campanelle di porcellana dell'isolatore, ed all'interno termina con una sferetta.

In corrispondenza di questa è affacciata una punta suscettibile di spostamenti micrometrici e collegata metallicamente con la scatola. Quando il fioretto C, è portato ad alto potenziale alternativo, si determina una differenza di tensione fra la sfera e la punta, in modo che questo spinterometro diventa sede di una scarica alternativa, il cui rumore viene rinforzato dalla scatola metallica. L'intensità di questo rumore è tanto maggiore quanto più alto è il potenziale al quale è stato portato lo stelo C.

Per facilitare l'audizione del rumore prodotto dalla scarica, il tubo isolante B, è raccordato con un tubo di gomma che si avvicina all'orecchio dell'operatore.

Prima di adoperare l'apparecchio, viene regolata la distanza dello spinterometro, in modo da permettere una scarica ed un rumore sensibile, quando lo stelo è portato a contatto del cemento fra il fuso di un isolatore sano della linea in esercizio e la campana intermedia dell'isolatore. Allora si ascoltano i differenti rumori che si hanno quando si toccano successivamente col fioretto i diversi strati di cemento che uniscono le campanelle, ed il filo di linea.

Negli isolatori buoni si ha una graduazione del rumore sensibilmente costante, che è massimo quando si tocca il filo di linea.

Se invece non è abbastanza differente il rumore che si ha al disopra e al disotto di una campanella, si giudica che questa è deteriorata. L'operatore ne prende nota nel suo libretto per cambiare l'isolatore quanto prima.

La verifica degli isolatori sulla linea a 70 kV della Società Mineraria ed Elettrica del Valdarno, da Castelnuovo a Chiusi, viene eseguita da un solo operaio, che è aiutato successivamente dal guardiafili, incaricato della sorveglianza di ciascun tratto di linea.

Il libretto per la registrazione delle osservazioni fatte ha le pagine numerate col numero progressivo dei sostegni, ed in ogni pagina sono rappresentati tutti gli isolatori del palo. Ogni isolatore è indicato

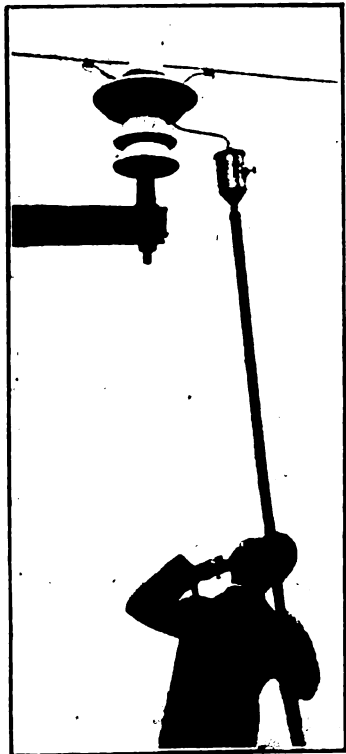



Fig. 1.

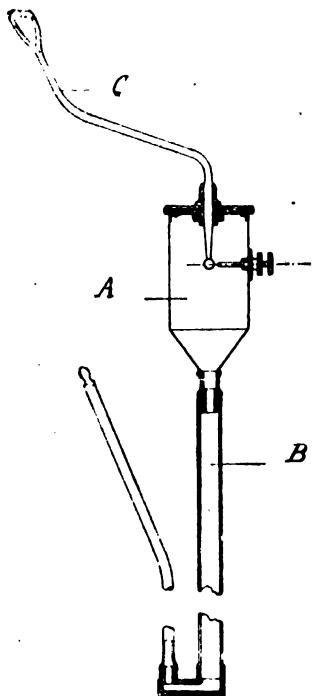



Fig. 2.

con tre anelli concentrici, che vengono dall'operaio segnati in nero nel caso di constatato deterioramento della campanella corrispondente. L'operaio ed il guardiafili prendono pure nota di ogni altra irregolarità della linea; sono muniti di un telefono da campo, borsa normale degli attrezzi, e della busta di pelle per la custodia dell'apparecchio.

Le prove si sospendono in tempo nebbioso e di pioggia. In ogni giornata di lavoro si eseguiscono con cura, le prove su una terna di isolatori, su 12 sostegni, se di legno, o su 16 sostegni, se di ferro.

Si è disposto perchè la linea venga provata almeno due volte all'anno; i risultati ottenuti sono riassunti nella seguente tabella:

Isolatori provati	Isolatori riscontrati difettosi			
	fuso	campanella intermedia	campanella esterna	totale
1780	5	21	9	35

Gli isolatori riscontrati difettosi nella campana superiore, hanno sottili incrinature al collare e si sono potuti riadoprare sostituendo la campana con un'altra nuova.

Il filo di linea è fissato all'isolatore mediante legatura speciale. La linea è in esercizio da cinque anni e furono cambiati via via gli isolatori fulminati e che avevano visibili danneggiamenti.

E' da notare che il 23 Gennaio u. s. quando le prove erano giunte oltre la metà della linea, si è verificata la fulminazione di un isolatore per sovratensione, ma nel tratto che non era ancora stato provato.

Firenze, 10 marzo 1921.

LO SPIRITO ANTI INDUSTRIALE IN ITALIA

O. M. CORBINO.

Conferenza tenuta a Roma il 25 febbraio 1921
:: nella sala dell'Associazione della Stampa ::

Il prodigioso sviluppo impresso alle industrie nell'ultimo secolo dall'impiego delle nuove sorgenti di energia naturale, con la invenzione della macchina a vapore e con l'uso della corrente elettrica, determinò una trasformazione radicale e profonda del lavoro umano. Se si osserva che un motore da un cavallo sostituisce praticamente otto uomini nel loro lavoro muscolare continuativo, si può dire che nelle parti del mondo più progredite ogni abitante venne a disporre di un altro uomo, di un servitore meccanico, che lavora costantemente per lui, senza soffrire, alimentandosi di carbone o dell'energia dei corsi d'acqua.

Accresciuta così in enorme misura la potenzialità produttrice delle nazioni, la necessità di vincere la lotta di concorrenza indusse ad affinare i processi di fabbricazione, ed a costruire oggetti nuovi, sempre più a buon mercato, per renderli consumabili dalle classi numerose, cui l'antica povertà consentiva appena il soddisfacimento dei più imprescindibili bisogni vegetativi. Produrre molto, ed a basso prezzo era l'unico modo per invogliare nuovi consumatori a non farsi vincere dai concorrenti. Onde il concentramento delle industrie in organismi sempre più vasti e complessi, e la necessità di maggiori immobilizzazioni di capitali, superanti di molto le disponibilità di individui isolati, e richiedenti perciò l'intervento di quel meraviglioso meccanismo finanziario che è la società anonima.

Una iniziale condizione di favore di alcuni paesi rispetto ad altri doveva determinare, nelle successive ripercussioni il sorgere di condizioni sempre più propizie e quindi un notevole distanziamento delle nazioni privilegiate dalla natura rispetto alle altre.

L'Italia, povera di carbone, di ferro e di materie prime, invasa da una massa sempre più crescente di prodotti a buon mercato di prima necessità, che essa era incapace di fabbricare a pari condizioni, vide man mano soffocare e sparire il suo patriarcale artigianato, senza che la grande industria ne prendesse il posto. E questa sorse timidamente solo più tardi, in condizioni che sembrano miracolose, ma in fondo con l'ausilio di forze straniere, le quali nella incoercibile pressione espansiva verso più ampie forme di attività, vennero a fare da noi quel che non conveniva loro di fare a casa propria. La grande industria fu perciò, in molti rami, anch'essa oggetto di importazione.

Mai vide il mondo periodo di produzione industriale paragonabile per slancio superbo a quello che si svolgeva poco prima della grande guerra. Ma anche allora l'attività industriale del nostro paese, era ben limitata; se ne può avere una idea dal consumo di carbone che era di soli 12 milioni di tonnellate contro oltre 300 milioni di tonnellate che si bruciavano annualmente in Germania. Il nostro sbilancio commerciale con l'estero si era consolidato in circa 1 miliardo all'anno, di buone lire del tempo antico; l'equilibrio si ricostituiva come è ben noto, con le rimesse degli emigrati, e con il soggiorno degli stranieri.

La grande industria del nostro Paese risente tuttora di queste origini difficili e malsicure. E mentre la produzione agricola, non dovunque curata come sarebbe necessario, ma superbamente organizzata in alcune regioni, era circondata dal favore generale, e le iniziative nei commerci, tradizionali presso di noi fin dall'epoca delle gloriose repubbliche marinare, assorbivano le migliori attività nazionali, l'industria fu sempre vista con poca simpatia, e talvolta con vera diffidenza. Il cittadino che, pur coi limitati guadagni, riusciva in virtù della tradizionale sobrietà ad accantonare del denaro, raramente era disposto ad affrontare con esso i rischi dell'impiego industriale: e lo usava assai più volentieri in acquisti di terreni o di case, o lo collocava nelle pubbliche o private casse di risparmio e nelle rendite di Stato, noncurante della misura, talvolta irrisoria, dell'interesse, ma pensoso soltanto della sicurezza dell'impiego. Ciò che si fece nel campo della grande industria, si fece pertanto sempre col denaro dei risparmiatori, ma in grande parte attraverso la forma indiretta dei depositi nelle Banche. Così molte delle nostre industrie nacquero nelle difficoltà derivanti dagli ostacoli naturali e dalla povertà del sottosuolo, e succhiarono nelle Banche il latte avvelenato della speculazione e talvolta dell'affarismo, mentre veniva a mancare nel Paese la formazione di una vera coscienza industriale, quale può sorgere solo da una grande diffusione nella massa dei cittadini degli investimenti diretti. Eppure si tratta di un campo di attività di cui sarebbe superfluo illustrare l'importanza e che dà vita e lavoro a tanti milioni di italiani.

Su tale organismo realmente malato, nonostante l'apparente vitalità, si abbattè la grande guerra, suscitatrice in tutti i campi della attività umana di esaltazioni superbe e di malsane follie.

Tutto divenne agevole e redditizio nel campo industriale, ad eccezione di quella che non era stata una difficoltà in tempi ordinari: l'acquisizione delle materie prime; ma anche a queste provvide lo Stato. Qualunque cosa, comunque bene o male prodotta, ed al difuori di ogni preoccupazione economica, era tosto vendibile. Cliente principale lo Stato, che non poteva e forse non doveva badare a prezzi, e spesso nemmeno alla qualità delle cose acquistate. Rivoluzionati i metodi abituali di produzione, dalla necessità di far presto e dalle difficoltà di procurarsi buone materie prime; soppressa la legge della concorrenza, con le sue sanzioni di morte per gli organismi industriali meno adatti; le maestranze tenute artificialmente a freno da preoccupazioni di disciplina eccezionale o dalla paura di dover dividere coi combattenti il pericolo della trincea, ma ciò nonostante accontentate in ogni richiesta economica, o per la larghezza dei guadagni degli imprenditori, o per l'inframmettenze dei Governi, che credevano così di rimuovere ogni avversione contro la guerra; insomma tutto un complesso di malefici influssi, malgrado la elefantiasi degli accumulati guadagni, contribuiva a preparare all'industria nostra il più oscuro avvenire. E quando nel fulgore della nostra vittoria scoppiò improvvisa la pace, come improvvisa si era scatenata la guerra, il colossale meccanismo della industria guerresca continuò a girare a vuoto, senza meta, e senza freni, incapace a deviare rapidamente le sue energie verso i nuovi campi d'azione che lo sorprendevano impreparato. Tutte le altre industrie, anche non di guerra, ne subirono il contraccolpo.

Oggi, a due anni dall'armistizio, le condizioni sono ben note. Altrove si annunzia di già una delle più gravi crisi cui abbia assistito la Storia, e nell'impossibilità di evitarla si preparano i mezzi per attenuarne le conseguenze; da noi la crisi vera è allontanata solo dall'altezza dei cambi. Al confronto della sua tremenda gravità i presenti contrasti politici ed economici fra le parti non sono che giochetti di bambini, ignari della tempesta che si addensa su tutti.

Un forte organizzatore di masse ha detto di recente che la borghesia sarà distrutta brano a brano, e più presto, dagli attacchi quotidiani della Confederazione del Lavoro, piuttosto che da qualunque tentativo di rivoluzione violenta ed improvvisa. Io temo purtroppo che se non mettiamo tutti giudizio altre cause da noi più remote interverranno a sopraffare entrambe le parti in contesa, ben prima che questa contesa si risolva con la vittoria dell'una o dell'altra classe. E per tentare la via della ragionevolezza, astraendo da ogni preconcetto politico in una materia che io considero come un problema strettamente tecnico, noi dobbiamo cercare anzitutto di rimuovere le cause di quel sentimento generico di avversione così diffuso nel nostro paese contro tutte le forme di attività industriale.

Dell'esistenza di questo sentimento di avversione è facile dare una prova tangibile ed immediata.

Non esiste oggi alcuna categoria di grosse industrie che assicuri in media agli azionisti profitti superiori a quel sei o sette per cento che è facile ottenere come interesse dei titoli di Stato. Orbene; il possessore di consolidato che al primo giorno di gennaio o di luglio compie la grave fatica di tagliare e riscuotere la cedoletta delle sue cartelle è un ottimo e rispettato cittadino, e fu anzi esaltato come un patriota al tempo della sottoscrizione ai prestiti. Invece il detentore di azioni industriali che assiste alla discesa del valore dei suoi titoli, e che è privato spesso della fatica di riscuotere il dividendo che la Società talvolta non dà, è proclamato un avido speculatore, e spesso un indegno sfruttatore; e ciò non da parte del proletariato che ha le sue concezioni particolari sulla funzione del capitale, ma da una gran parte dei cittadini che militano nel campo politico opposto, e che protestano il maggiore rispetto per il principio della proprietà privata.

E invero la solidarietà della borghesia capitalista è ben singolare. Il padrone di case, il quale è accusato per tradizione di incoercibile avidità (nonostante i famosi decreti) protesta contro i guadagni eccessivi dei proprietari di terreni e dei produttori di derrate, e contro quelli dei così detti inutili intermediari, e dei commercianti, e dei possessori di rendita; e ognuna di queste categorie ricambia le altre di altrettante ingiurie e proteste. Ma tutte, ad una voce sola, proclamano che la sfruttatrice per eccellenza è, per esempio, una qualsiasi società elettrica, che pure negli ultimi anni ha distribuito ai suoi azionisti un interesse modestissimo sul capitale impiegato, e che quest'anno non ne distribuirà affatto. Naturalmente il proletariato che non è andato alle scuole superiori, come le classi borghesi, ed al quale spesso non abbiamo neanche saputo insegnare la lettura del sillabario, sente i borghesi accusarsi a vicenda, e dà ragione a tutti e proclama tutti ladri, e minaccia di spazzarli tutti via.

Una così strana situazione di spirito nelle classi colte deriva pertanto da ciò, che se si riconosce il diritto di percepire un interesse dal danaro che il cittadino presta allo Stato, o investe in beni fondiari, (terreni o case), nonostante l'assenza di ogni alea o pericolo finchè dura il regime, non si vuol riconoscere un diritto analogo per il capitale investito in intraprese industriali; che pure contengono in sè rischi e sorprese di ben nota frequenza. E' stato dimostrato che, anche in tempi di economia normale, il reddito medio dei capitali impiegati nella industria è all'incirca eguale al reddito derivante dai titoli di Stato; e che se malgrado ciò il danaro accorre all'industria, questo si deve al fatto che per alcune industrie il reddito è inferiore, per altre superiore al reddito medio, e ciascuno spera che l'industria da lui prescelta sia fra queste più redditizie. In sostanza il capitale accorre all'industria per uno stimolo analogo a quello che muove il giocatore: nessun giocatore si siede al tavolo senza l'illusione che fra i tanti che perderanno sia lui il fortunato che vincerà. Se questo stato d'animo del capitalista non esistesse, ed esso è difatti poco comune in Italia, e rarissimo nel Mezzogiorno, il finanziamento di ogni impresa industriale riuscirebbe impossibile.

Contro il fatto sicuro del limitato interesse medio distribuito al capitale delle aziende industriali è stata contrapposta da alcuni la circostanza che queste aziende sogliono dissimulare i profitti sotto forma di riserve, di ammortamenti rapidi degl'impianti, di ampliamenti degli impianti medesimi, addebitandone i costi al capitolo delle spese di esercizio. Ma tutto ciò, quando effettivamente si verifica (ed io escludo per ragioni ovvie tutte le falsificazioni di bilancio perpetrate durante la guerra per dissimulare i sopraprofitti), resta solo apparentemente ignorato o nascosto; e si traduce in un accresciuta ricerca sul mercato dei titoli corrispondenti, e in una sopravvalutazione di questi.

Ed è proprio nell'esame della situazione reale dei valori di mercato dei titoli, cioè nella valutazione che dà il pubblico alle attività anche dissimulate delle aziende, ed alla loro floridezza economica, che noi troveremo la riprova di quanto abbiamo avanti asserito.

Prendiamo ad esempio i valori di borsa delle azioni delle società elettriche, le quali esercitano quella fondamentale industria da cui si attende la ricostruzione economica del nostro paese.

Al capitale versato, alle obbligazioni, ai debiti, ed ai risparmi accumulati corrisponde un imponente valore patrimoniale di opere idrauliche, di centrali, di macchinari, di reti di distribuzione, che può essere oggi valutata per il deprezzamento della lira almeno 5 volte più che avanti guerra. Tutti gli altri valori patrimoniali, di terreni e di case, sono per questa ragione di deprezzamento della moneta aumentati enormemente: sappiamo bene quel che occorre oggi per acquistar una striscia di terreno coltivabile, e per comperare una casa, non ostante i decreti che ne limitano la libera disponibilità.

Orbene: ogni azione di Società elettrica rappresenta un titolo di condominio su tutti i suoi beni mobili ed immobili il cui valore si è oggi accresciuto almeno del 400%; eppure il valore di acquisto in borsa dei titoli è in media eguale a quello di avanti guerra; anche per una società come l'Adamello che ha solo grossi impianti oggi costosissimi, e distribuisce solo energia ai grossissimi rivenditori. Di fatto questi beni sono perciò oggi comprabili, con lire di avanti guerra, appena ad un quinto del valore nominale.

Consentite che io insista un momento su questa contradizione fra gli asseriti sfruttamenti ed i lauti guadagni delle Società, e la scarsa voglia del pubblico di acquistare a così buon prezzo le azioni che permetterebbero a chiunque di partecipare a quei benefici.

Supponiamo che ci sia un cittadino disponente di attività e di danaro da impiegare. Se vuol diventare albergatore non trova l'edificio e i mobili occorrenti che a costi favolosi; e difficilmente potrà competere con gli altri che sorsero prima, in condizioni normali. Se vuol fare il proprietario di terreni e di case, deve pagare l'immobile come se la lira valesse venti centesimi e anche meno. Se vuol fare il professore d'università deve dimostrare, attraverso un concorso, di aver lavorato a sue spese e a lungo per il progresso della Scienza e di avervi effettivamente contribuito. Se allo scopo di esser meglio retribuito vuol fare il casellante ferroviario, e vivere tranquillo, in una casetta gratuita con l'orto e il pollaio, deve farsi aprire le porte dal Sindacato dei Ferrovieri.

Ma se si decide a fare il mestiere lucroso e dai guadagni illimitati dell'industriale elettrico, non ha che da aprire bocca, e, senza concorso, nè difficoltà di alcuna sorta, riceverà fino a casa tutti i titoli elettrici che vuole a un prezzo, in lire svalutate, eguale al prezzo anteriore alla guerra.

O perchè, domando io, tutti i cittadini non diventano azionisti delle Società elettriche? Forse perchè temono di dover guadagnare troppo, strozzando i clienti, e questo ripugna alla loro moralità? O forse perchè, animati da santo patriottismo preferiscono rinvigorire il credito dello Stato, e attendono di acquistare il Consolidato nel momento preciso in cui questo è quotato più basso, per poter ricavare patriotticamente il 7% dal danaro investito?

Che se invece si tratta, semplicemente di scarsa fiducia, nelle imprese elettriche; o meglio della persuasione che l'impiego del danaro in tali imprese non è sufficientemente sicuro e rimunerativo, come si giustifica l'avversione morbosa del pubblico di tutte le classi e di tutti i partiti contro questa industria che, pur essendo gestita in maniera ammirevole, ed anche non avendo nessuna delle deficienze tecniche che rendono artificiose e poco redditizie altre industrie, esercita così scarso allettamento verso il capitale?

Tale avversione del pubblico è una grave ingiustizia, contro la quale sento il dovere di levare alta la voce, nell'interesse dello sviluppo futuro di questa industria fondamentale. Lo faccio per la conoscenza delle sue reali condizioni, per l'incitamento che mi viene dall'ufficio che ricopro, per l'assoluta mancanza di ogni interesse mio personale.

D'altra parte questa avversione del pubblico contro le società elettriche costituisce un fenomeno troppo generale e profondo per essere semplicemente casuale o capriccioso. E non sarà inutile indagarne le origini.

In primo luogo l'industria elettrica è per sua natura industria di monopolio. E quando il consumatore si trova di fronte ad un solo ed unico venditore, che può praticare, senza timori di concorrenza, il prezzo che vuole, è inevitabile la sensazione che egli sia vittima di uno strozzinaggio; sopratutto in una merce di natura così misteriosa qual'è l'energia elettrica, per la quale il consumatore non può farsi da sè alcuna ragione del prezzo che paga, mentre sente parlare di energia prodotta in centrale, a pochi centesimi, e venduta al cliente a poco meno di una lira al chilowattora.

Bisogna effettivamente riconoscere che i produttori ed i venditori di energia avrebbero potuto largamente abusare della situazione di monopolio che erano riusciti a creare. E se essi, tolte alcune rare eccezioni, non abusarono, non fu certo effetto del loro sentimentalismo o del loro amore per il pubblico (non difenderò gli industriali fino a crederli capaci di tale ingenuità): ma fu conseguenza di una rigorosa valutazione del loro stesso interesse.

Poichè, o Signori, fra tutte le industrie italiane poche posseggono uomini di primo ordine come quelli che sono alla testa delle nostre imprese elettriche. Non per nulla l'Italia aveva avuto Galileo Ferraris il quale ideò, come tutti sapete, il motore elettrico a campo rotante, ma sopratutto plasmò pel paese una meravigliosa generazione di ingegneri elettrotecnici che tutto il mondo ci invidia. E questi uomini riconobbero facilmente che l'industria elettrica aveva nel nascere un compito fondamentale: trattandosi invero di una industria che potrebbe chiamarsi di sostituzione, essa doveva anzitutto scalzare in tutte le applicazioni possibili i metodi anteriormente in uso, e creare il cliente dell'energia elettrica.

E' storia recente, che tutti abbiamo vissuto; ma che non sarà ozioso richiamare. Tolte la telegrafia e la telefonia, che non esistevano prima, negli altri campi l'elettricità non ha fatto che dare soluzioni nuove a problemi bene o male già risoluti.

Il tramway elettrico doveva soppiantare quello a cavalli od a vapore; ed il motore elettrico in genere doveva sostituire la macchina a vapore ed il lavoro muscolare animale, o più tardi il motore a combustibile liquido; la elettro-metallurgia doveva col forno elettrico vincere i vecchi tradizionali processi di fabbricazione dei metalli; i prodotti azotati dell'arco elettrico, così importanti per la concimazione dei terreni, dovevano sostituire i nitrati naturali; infine la lampada elettrica, in una lotta di cui le vicende costituiscono una superba corona di gloria della scienza applicata, dovevano vincere l'illuminazione a gas e quella a petrolio.

Le condizioni iniziali della guerra mossa dall'elettricità ai più antichi sistemi erano estremamente sfavorevoli; occorreva raggiungere il vantaggio economico sui vecchi metodi, e sopratutto rimuovere tutti gli ostacoli derivanti dagli interessi precostituiti, dai pregiudizi, dai misoneismi, dalla riluttanza degli utenti a cambiare. E fu un'opera continua, assidua, tenace di persuasione e di audacia, che gli industriali seppero compiere e che condusse in meno di un ventennio alla trasformazione del nostro paese. Tutti gli allettamenti furono esercitati per raggiungere lo scopo; si ottenne dai comuni il permesso di distendere le linee, accordando per l'illuminazione pubblica condizioni equivalenti spesso alla gratuità; per invogliare all'uso del motore elettrico si offrì l'energia ad un prezzo basso fino all'inverosimile; per facilitare le applicazioni elettrochimiche si escogitò la formola della vendita dei così detti cascami di energia, a prezzo inferiore a quello di costo; e così fu istituito tutto un sistema squisitamente complesso di tariffazioni speciali, dal forfait popolare per la luce alla tariffa differenziale per la forza motrice, al contatore che tiene conto dell'ora in cui avviene la utilizzazione, ai prezzi speciali e diversi per alberghi, caffè, negozi, cinematografi, e per le réclames luminose.

Con questa ingegnosa opera di propaganda e di penetrazione la vittoria cominciò a prospettarsi, ma solo dopo accanito dibattito; e si giunse, poco prima della guerra, al trionfo completo dell'energia elettrica in un gran numero di applicazioni, debellando sistemi anteriori. Dire che in questo periodo di conquista, anzi di formazione del cliente, le aziende elettriche abbiano abusato della loro posizione di monopolio, è una semplice assurdità. Se a Roma i cittadini hanno una impressione diversa, ciò si deve al fatto che qui, casualmente, si trovavano nelle mani della medesima società il servizio del gas e quello dell'elettricità; e gli antichi dirigenti non sentirono, come altrove, il bisogno di affrontare e sostenere nel campo dell'illuminazione la lotta dell'elettricità contro il gas; ciò che è facilmente spiegabile. Onde va considerato come un provvedimento veramente salutare la istituzione dell'Azienda elettrica municipale.

Considerando il fenomeno nei suoi aspetti nazionali, anzichè locali, va a questo punto osservato che con la guerra la situazione sopra prospettata si rovesciò di colpo: nel senso che la clientela già formata si accrebbe prodigiosamente, senza bisogno di ulteriori ricerche o allettamenti da parte delle società. Aumentati a dismisura i costi degli altri sistemi contro i quali l'energia elettrica aveva prima dovuto lottare, divenuti estremamente onerosi e malsicuri gli approvvigionamenti del carbone, l'industria idroelettrica rimase padrona del campo, ma insieme divenne la serva di tutte le industrie rifiorite pei lavori guerreschi, le quali potevano aumentare i prezzi delle cose prodotte, mentre gli elettricisti rimanevano legati da anteriori contratti, o convenzioni o limitazioni di tariffe.

E' vero che l'energia venduta annualmente si accrebbe circa della metà, ma si erano di molto accresciute le spese di manutenzione, e di ampliazione degli impianti, e quelle di personale. Così l'Italia vittoriosa deve all'industria idroelettrica l'aver potuto disporre di circa un nuovo miliardo di chilowattore annui, prima inutilizzati, e che si poterono produrre in virtù di un integrale sfruttamento degli impianti preesistenti; ma l'industria elettrica per sè non ne ebbe che un beneficio lievissimo.

Sorgeva intanto il fenomeno della fame di energia, che somiglia a quello della fame di abitazioni, poichè come per le case, gli aumentati costi di costruzione ostacolano gravemente il sorgere di nuovi impianti, atti a soddisfare le crescenti richieste; mentre lo scarso prezzo al quale si vende oggi l'energia, in relazione al diminuito valore della lira, facilita lo sperpero od il cattivo uso di quella oggi disponibile.

Nelle mutate condizioni del mercato dell'energia, per le quali la richiesta supera sensibilmente l'offerta, non c'è dubbio che la situazione di monopolio creatasi in favore delle società elettriche costituisce un possibile pericolo per l'avvenire. Da questo riconoscimento sereno ed obbiettivo non deve però discendere la giustificazione della violenta campagna denigratoria che si fa oggi dalle pubbliche rappresentanze e dai gruppi politici di ogni colore contro le aziende elettriche. Premuniamoci pure dai pericoli dell'avvenire per l'attuale situazione di privilegio e vedremo come ciò possa farsi agevolmente; ma non dimentichiamo che questa industria giovanissima si è resa altamente benemerita dell'economia nazionale, e che essa finora non ha fatto che lavorare il terreno, e spargere i semi per l'avvenire, mentre ancora nell'anno testè decorso i bilanci di quasi tutte le società, come delle aziende municipali, si chiudono in perdita, per le ripercussioni gravissime derivanti dalla applicazione del lodo Labriola.

E pertanto di fronte alle proposte di socializzazione dell'industria elettrica avanzate dall'onorevole Bianchi, o a quelle di statizzazione carezzate dal partito radicale, ed alla vigorosa, violenta azione intrapresa senza distinzione di colore politico da tutte le amministrazioni comunali e provinciali perchè il così detto tesoro delle forze idriche non sia concesso agli speculatori e sfruttatori privati, ma sia riservato agli enti pubblici nell'interesse della collettività, converrà esaminare bene fino a qual punto l'interesse della collettività riuscirebbe salvo da una protezione di questa natura.

Io non posso qui intrattenervi su questa contesa fra privati ed enti pubblici relativamente alla concessione delle derivazioni idroelettriche, contesa che mi attrista quotidianamente l'esistenza nel mio ufficio di presidente del Consiglio delle Acque. Mi sia solo consentito di dire che è stata nostra guida costante nel decidere le continue controversie, un criterio semplicissimo, il quale sta del resto a fondamento della legge Bonomi che noi siamo chiamati ad applicare. E cioè fra tutte le domande concorrenti bisogna scegliere quella che prospetta la più razionale utilizzazione del corso di acqua, e che presenta le più sicure garanzie tecniche e finanziarie di buona e pronta esecuzione.

Noi non abbiamo mai escluso dalla concessione alcun comune o provincia quando queste condizioni erano soddisfatte: le numerose concessioni accordate ad enti pubblici son lì a dimostrarlo. Ma non abbiamo mai voluto riconoscere che il semplice fatto di avere fra i vari concorrenti anche un comune, o una provincia, costituisca motivo di preferenza assoluta, in quanto esso rappresenta interessi collettivi e gli altri interessi privati. Di interesse collettivo vero e prevalente non ce n'è oggi che uno: quello che gli impianti si facciano; e non sempre

risulta che i comuni, come sono adesso disorganizzati amministrativamente e tecnicamente, e con le finanze sconvolte, siano in condizioni di operare con efficacia in una industria così delicata e complessa.

Ho già detto che la costruzione di nuovi impianti incontra difficoltà finanziare analoghe a quelle che hanno determinato l'arresto nella costruzione di nuove case, delle quali anzi il bisogno è oggi ben più assillante che non quello dell'energia. Si può ben dire che di fronte alla gravità del bisogno, ed alla insufficienza della iniziativa privata, il problema di fornire un tetto ai cittadini assume i requisiti di un pubblico servizio, così come dopo i grandi terremoti diviene addirittura servizio di Stato. Ma è ben singolare che mentre tutti gli enti pubblici aspirano alla costruzione di impianti elettrici, la cui gestione è tanto difficile, nessun comune si è proposto di costruire per suo conto nuove case e affittarle ai cittadini, come sarebbe possibile in base alla legge del 1908. Così, ad esempio, il programma idroelettrico formulato da qualche grande Comune avrebbe richiesto una spesa sufficiente alla costruzione di molte diecine di migliaia di camere, che troverebbero immediato e ben fruttifero collocamento, e basterebbero ad alleviare la fase acuta della crisi degli alloggi. Invece le centinaia di migliaia di cavalli domandati in concessione rimarrebbero per diecine di anni inoperosi; pur richiedendo una spesa annua intollerabile per interessi, manutenzioni ed esercizio.

Evidentemente per la natura più misteriosa dell'elettricità, gli enti pubblici non si rendono conto di quello che significano i carezzati e vasti programmi idroelettrici, mentre sanno astenersi da ogni iniziativa, in altri campi più facili, come quello delle costruzioni edilizie, nel quale gli ostacoli sono più familiari e accessibili alla preparazione generica degli amministratori e dei cittadini.

Ma già un gran danno è avvenuto da tali contrasti; e invero, proprio per le opposizioni degli enti pubblici, in molti casi si è impedita la costruzione di nuovi impianti concessi a società private, costruzione che, passato il momento buono dell'immediato dopo guerra, è divenuta oggi difficilissima per tutti, anche per i privati, a causa delle difficoltà del mercato finanziario.

Noi affermiamo che il temuto monopolio delle società elettriche non si combatte col dare agli enti pubblici dei decreti di concessione, cioè dei pezzi di carta che non diverranno mai realtà. Il migliore rimedio al monopolio dell'energia elettrica è l'abbondanza dell'energia stessa; con l'abbondanza si manterranno quelle condizioni nelle quali il produttore di energia andava cercando il cliente, e lo allettava con tutte le facilitazioni e gli adescamenti possibili.

D'altra parte per la migliore salvaguardia degli interessi dei consumatori si può provvedere altrimenti che col vietare ai privati di assumere nuove concessioni. E' già quasi pronto un vasto disegno di legge, studiato per iniziativa del ministro Peano, che sottopone tutta la materia della distribuzione della energia elettrica, ad una altissima tutela dello Stato, nel pubblico interesse, estendendo allo esercizio della distribuzione e della vendita dell'energia elettrica da parte degli enti pubblici e privati, il concetto della concessione governativa e gran parte dei criteri disciplinatori che hanno fatto così buona prova dopo la legge Bonomi sulle derivazioni di acque pubbliche.

Sarebbero così riuniti e conciliati i vantaggi della libera iniziativa privata con la salvezza del pubblico interesse per la migliore utilizzazione dell'energia elettrica, e con la doverosa tutela dei cittadini consumatori, sottraendo questa materia alla incompetenza degli enti locali e alle speculazioni dei partiti politici comunali, come del resto si va facendo in Francia, in Inghilterra, in Svizzera e altrove.

Ma c'è ancora un'altra via che noi andiamo seguendo e che si presenta promettitrice di buoni risultati.

La vecchia formula che diede origine alle aziende municipali, quella cioè di rendere possibile la concorrenza, si rilevò nei fatti, una ingenuità. O le aziende municipali assunsero per sè il monopolio, come in alcune città d'Italia; ed allora i cittadini si accorsero spesso di non aver molto guadagnato dal cambio. O vissero accanto, come a Milano, a Torino, a Roma, la società privata e l'azienda pubblica: ed allora esse sentirono il bisogno inseparabile da questo tipo di esercizio, di venire ad accordi per parificare le tariffe e ripartirsi automaticamente la clientela. Ogni concetto di concorrenza esulò rapidamente, poichè non si può concepire il cliente che passi di volta in volta dall'uno all'altro fornitore, così come si può passare da un osteria all'altra, dove il vino è a più buon mercato o migliore. Si ebbe in realtà un ribasso di tariffe, che però in gran parte fu solo per caso coincidente col sorgere delle pubbliche aziende. Che anzi il raddoppiamento delle reti di distribuzione e delle cabine, e di parte del personale non poteva influire, dal punto di vista economico, che a rendere più oneroso l'esercizio. Avvenne però che quasi alla stessa epoca la diffusione delle lampade a filo metallico, le quali ridussero il consumo d'energia ad un terzo di quello di prima, diede di colpo alla illuminazione elettrica la vittoria sugli altri sistemi, donde un accrescimento enorme del numero degli utenti e una intensificazione dei consumi, la quale rese economicamente sostenibili quelle diminuzioni di tariffe che si erano praticate dapprima a scopo di concorrenza. L'intervento delle aziende pubbliche fu in quel periodo veramente salutare, poichè all'inatteso e intensissimo aumento della clientela male avrebbe potuto provvedere da sola la società preesistente; e perdettero così il loro effetto antieconomico quelle duplicazioni di impianto che in condizioni normali avrebbero reso più dispendioso per tutti il servizio.

Quanto alle tariffe, le aziende pubbliche piuttosto che da calmiere della società, come il pubblico crede, funzionano sopratutto da calmante della popolazione, la quale si acqueta all'idea che i prezzi, concordati con l'azienda comunale, non possono non essere equi.

Comunque sta in fatto che nei centri ove esistono insieme una società elettrica privata ed un'azienda pubblica si sono create le condizioni migliori per i consumatori; così dal punto di vista della pacificazione degli animi nei riguardi delle tariffe, come da quello dell'accuratezza e regolarità del servizio. Sono stato per circa dieci anni fra gli amministratori dell'Azienda municipale di Roma: ed ho visto quanto ha giovato al pubblico la nostra legittima ambizione di eguagliare, anzi di superare, la società rivale nel rendere il servizio sempre più gradito alla cittadinanza. Ma guai se i servizi elettrici di una città dovessero dipendere solo da un ente comunale, senza il termine di confronto e la fervida gara con una società privata. Il monopolio è sempre una cosa temibile, ma un monopolio nelle mani di un ente pubblico, e specialmente municipale, può divenire la peggiore tortura dei cittadini. E perciò io dò il consiglio ai cittadini romani di aiutare e difendere con tutte le forze la loro azienda pubblica, ma di tenere accesa, contemporaneamente, una lampada votiva a Piazza Poli perchè la società che vi dimora continui a vivere, quanto meno per far da calmiere all'ente municipale!

Orbene: il sistema della convivenza pacifica, che ha dato così buona prova, può essere esteso dalla città alla regione. Dopo avere assicurato alle società private un insieme di concessioni che permettano loro di svilupparsi ampiamente, ciò che è indispensabile trattandosi di industria essenzialmente dinamica, resta per gli enti pubblici un vastissimo campo d'azione, poichè corsi d'acqua disponibili per la produzione di forza ce n'è in misura largamente sufficiente ad ogni bisogno.

La lentezza con la quale inevitabilmente si procede nella costruzione di nuovi impianti toglie ormai ogni pericolo di pletora di energia. Vivano così, dove gli Enti pubblici saranno capaci di fare sul serio, vivano a lato, con le proprie Centrali e le proprie linee i due organismi. Non tarderanno a venire ad accordi per eliminare i duplicati, economicamente dannosi, specialmente nelle grandi linee di trasmissione. Occorre invece evitare, e questo è il punto fondamentale, che restino inoperose le Società private, per ipotecare i corsi d'acqua ad Enti pubblici che non siano tecnicamente e finanziariamente preparati a utilizzarli. Ma perchè queste direttive possano essere seguite senza i turbamenti che derivano dalle agitazioni più o meno artificiosamente provocate nella pubblica opinione, occorre si attenui quello spirito di avversione contro le Società industriali che è così diffuso nelle nostre popolazioni.

Io vi ho parlato in genere di tutte le industrie, e in particolare di quella elettrica, che meglio conosco e che più mi sta a cuore. Dalla crisi che tutte le industrie minaccia, per ragioni internazionali, salviamo almeno quella elettrica, da cui tanto si attende per la ricostruzione economica del nostro Paese. E se vogliamo che questa speranza non sia vana declamazione rettorica, imponiamoci una tregua di tutte le classi, di tutti i partiti, con l'abbandono di ogni preconcetto e di ogni pregiudizio.

Fare gli impianti — ecco quello che occorre. — Siano i privati, siano gli Enti pubblici, nessuno si illuda di conquistare con ciò la ricchezza: si tratterà sempre di imprese arrischiate, che garentiranno appena un modesto interesse del capitale solo se lo Stato interverrà con nuove provvidenze, poichè non bastano le attuali. Ciò dimostra quanto è vana la lotta per la conquista di quel decreto di concessione che poi hanno tutti paura o impossibilità di tradurre in atto. E non ci turbi l'ossessione di voler impedire che questo o quel cittadino si possa arricchire sfruttando delle risorse naturali che sono patrimonio di tutti. Ho già escluso, nel caso delle industrie elettriche, che si possa trattare di arricchimento derivante dal patrimonio di tutti. Ma per ogni caso di iniziative private, in questo e in un altro campo industriale, ricordiamoci bene che tutto il sistema economico attuale non si può reggere che sulla base della tendenza di ogni cittadino all'arricchimento, restando nell'orbita delle leggi. E' il sistema individualistico che è il risultato di una evoluzione secolare e che, essendo tuttora in pieno fulgore in tutte le Nazioni più ricche, non sembra prudente cominciare a cambiare proprio nel nostro Paese il quale non è certo per questo scopo il più preparato nel mondo.

Lungi da me il proposito di voler fare in questa sede della politica. Ma non per questo è minore il dovere di parlar chiaro su argomenti di questa natura.

Nessuno può disconoscere tutta la illogicità teorica di un sistema economico che conferisce un premio permanente, come rendita o come interesse o come dividendo, al possessore di beni fondiari, di titoli di Stato, e del capitale comunque impiegato. Nessuno può cioè disconoscere la incongruenza logica di quel fatto basilare del sistema capitalistico, in virtù del quale se io sono abile e fortunato abbastanza per metter da parte un milione, procuro con ciò a me, a mio figlio, e così di seguito fino all'infinito, la rendita perpetua, per esempio, di 50 mila lire annue, ciò che permetterà a tutti i miei eredi in eterno di viver bene senza lavorare, accantonando solo quanto occorre per pagare le tasse di successione; e ciò fino a che capiti uno sperperatore che disperda il capitale rimasto intatto fino a lui.

Chi ritiene che questa incongruenza sia eliminabile, e che la sua eliminazione non distrugga la molla più potente per spingere l'uomo al lavoro e al risparmio, trova già una scuola economica o un partito politico che tali idee sostiene o propugna. Ma che gli altri partiti facciano omaggio ai redditi fondiari, a quelli dei mutui ipotecari, all'interesse sui prestiti di Stato, e non tollerino gli utili che spettano ai capitali investiti nelle industrie, è semplicemente irragionevole.

Se si accetta il sistema, fondato sulla proprietà privata non si può rinunciare alla difesa dell'industrialismo, con la sua organizzazione caratteristica, che è tutt'ora conservata nei Paesi più progrediti del nostro; nè si deve abbandonarlo come la prima spoglia nel vortice del temuto dissolvimento sociale.

Già da vari segni è manifesto l'intendimento delle classi dirigenti di non insistere sulla difesa della proprietà industriale a tipo azionario, per salvare il resto dal naufragio. Ne sono prova chiarissima gli atteggiamenti demagogici di alcuni partiti non sovversivi, il desiderio fatuo di trovarsi sempre alla testa delle altre nazioni nella legislazione sociale, anche la più arrischiata; la politica tributaria del dopo guerra che minaccia di inaridire le fonti stesse della produzione e che, insieme alla nominatività di titoli e al progettato controllo delle industrie, ha impaurito definitivamente il capitale italiano, e sopratutto quello straniero, distogliendolo dall'impiego nelle nostre imprese industriali.

Sarebbe ingiusto attribuire queste direttive solo a colpe o ad errori dell'uno o dell'altro governo. E' la maggioranza dell'opinione pubblica nella classe dominante, che è orientata in quel senso. Forse non si perdona all'industrialismo la creazione di quei formidabili luoghi di concentramento operaio che sono le officine, dove fermentò ed assurse fino alla imponenza attuale l'organizzazione proletaria e la lotta di classe. Ma la struttura economica del mondo moderno non consente ad alcun paese di vivere senza un grande sviluppo dell'attività industriale, specialmente ad un Paese come il nostro che ha densità di popolazione così elevata e così limitate risorse naturali.

Ricordi però la borghesia che il regime economico attuale è come una città che rinserra la proprietà privata nelle sue vecchie forme, ed è circondata da fortificazioni esterne dove si disloca la proprietà azionaria industriale.

Abbandonare le fortificazioni equivale a cedere anche la città. Ma gli stessi socialisti più illuminati dichiarano di non essere ancora maturi per la presa di possesso; e invocano con ciò una più intelligente difesa da parte delle attuali classi dirigenti. Nè queste si illudano di provvedere a tale difesa contrapponendo ai fenomeni saltuari di violenza altri gesti anch'essi di violenza.

Occorre invece la persuasione profonda e la fede di ogni ora che il regime economico che si vuole difendere è degno di essere difeso, perchè ha ancora una funzione di necessità e di convenienza generale, riconosciuto nelle più fiorenti Nazioni. Se questa convinzione non si ha anche nei riguardi dell'attività industriale, il regime della proprietà privata è condannato in tutte le sue costruzioni, e nessuno dei privilegi economici ora esistenti si salverà. La classe intellettuale cui io appartengo, e che vive solo del suo lavoro, non ha beni da difendere nè privilegi da conservare: noi serviremo i nuovi padroni, che si mostrano almeno più coerenti e più accorti degli antichi.

LETTERE ALLA REDAZIONE

Il tachimetro elettrico

Riceviamo e pubblichiamo:

In uno degli ultimi Bollettini di Notizie per i laboratori, diramati dalle Officine Galileo di Firenze, trovo la descrizione dei cosidetti Tachimetri a magneto. *Dopo averne dimostrati i vantaggi, specialmente per gli impianti sulle navi, si osserva che questi apparecchi* pur troppo da noi sono noti col nome di una casa tedesca, che ne aveva diffuso un modello, robusto sì, ma anche molto deficiente come invenzione tecnica. *Poi si soggiunge:* — Sarebbe ingiusto non ricordare invece che già moltissimi anni fa l'ingegnere Scialpi del nostro Genio Navale ebbe a studiare questo tipo di tachimetro *che ne perfezionò la costruzione, e che perciò nella nostra Marina i Tachimetri a magneto si dovrebbero chiamare* Tachimetri Scialpi, piuttosto che tachimetri con nome ostrogoto.

A questo proposito io vorrei ricordare ai colleghi che il cosidetto Tachimetro a magneto, cioè il misuratore elettrico di velocità, o teletachimetro (come anche lo chiama la Ditta Siemens), fu da me brevettato fin dal 1889, cioè 32 anni fa, mentre l'attestato di privativa della casa Siemens fu richiesto il 12 luglio 1904, cioè 15 anni dopo.

Affinchè il lettore possa persuadersi che l'apparecchio da me brevettato nel 1889 corrispondeva esattamente a quelli che oggi si costruiscono, riproduco qui, nella sua parte essenziale, la descrizione che va unita al mio brevetto, il quale ha la data del 19 ottobre 1889 (N. 26324, Vol. 23, Registro Generale).

DESCRIZIONE del trovato che ha per titolo: **METODO ED APPARECCHIO PER MISURARE E INDICARE LE VELOCITÀ DI ROTAZIONE** - del Professor GUIDO GRASSI.

« Questo metodo serve a misurare e indicare in modo continuo il numero di « giri fatti nell'unità di tempo da un albero o corpo qualunque in rotazione. Esso è « fondato sul principio seguente:

« L'albero del quale si vuol conoscere il numero di giri nell'unità di tempo è « riunito direttamente, o per mezzo di una trasmissione qualunque, all'albero di una « piccola macchina magneto o dinamoelettrica. L'armatura indotta di questa macchina « compie così un numero di giri eguale o avente rapporto conosciuto col numero di « giri fatti dal primo albero; si sviluppa quindi una corrente la cui intensità e forza « elettromotrice dipendono dalla velocità di rotazione dell'armatura. Un misuratore « di questa corrente, cioè uno strumento atto a indicare l'intensità o la forza elettro- « motrice di questa corrente, dà una indicazione che è in rapporto diretto colla velo- « cità di rotazione dell'armatura e perciò anche col numero di giri dell'albero.

« La graduazione dello strumento indicatore si fa in modo che vi si legge diret- « tamente il numero di giri compiuti nella unità di tempo dall'albero.

« Adoprando una macchinetta magnetoelettrica la intensità della corrente si man- « tiene proporzionale alla corrente fra certi limiti. Aggiungendo un avvolgimento in « serie o in derivazione o misto, si ottiene di far variare la corrente in modo pro- « porzionale od anche non proporzionale alla velocità, per far sì che le escursioni « dell'indice del galvanometro o indicatore della corrente qualsiasi siano sempre abba- « stanza grandi per tutte le velocità, e non si abbia l'inconveniente che per eguali « variazioni nel numero di giri l'indicatore dia escursioni di troppo diversa ampiezza « secondo che la velocità assoluta è più o meno grande.

« Il galvanometro può essere fissato sulla dinamo in modo da formare un appa- « recchio unico facilmente trasportabile.

« Se l'apparecchio non deve servire per dare una indicazione continua, ma per « osservazioni isolate, si munisce di punta l'estremità dell'asse (come negli ordinari « contagiri) e si applica all'albero direttamente...... e siccome tutto l'apparecchio si « riduce a piccole dimensioni, lo si tiene colla mano precisamente come si fa con un « contagiri ordinario.....

« Il misuratore della corrente che funziona da indicatore del numero di giri, po- « tendo stare a qualunque distanza dalla dinamo.... l'apparecchio stesso serve a tra- « smettere l'indicazione della velocità a qualunque distanza; cosicchè in una officina, « per esempio, il direttore può tenere l'indicatore nel proprio studio ed avere così « sott'occhio continuamente l'andamento delle sue macchine.

« Sostituendo al semplice indicatore un apparecchio registratore della corrente, « si ha un tracciato continuo della velocità della macchina.

« L'avvolgimento poi (della dinamo) è fatto in proporzioni e modi diversi, secondo « la sensibilità che si vuol ottenere e secondo che l'apparecchio si vuol applicare a « misurare velocità poco variabili, come nel caso di impianti fissi, ovvero a misurare « successivamente velocità molto diverse fra loro ».

Come si vede io avevo descritto l'apparecchio con parecchie varianti. Ne feci anche costruire un modello dal meccanico del laboratorio di Fisica Tecnica. Io era allora professore di Fisica tecnica ed Elettrotecnica alla Scuola degli Ingegneri di Napoli. Credo che quel modello esista ancora: era del tipo munito di punta e mi serviva come un ordinario contagiri.

Il lettore si meraviglierà che io abbia abbandonata la mia modestissima invenzione. Veramente sul principio avevo proposto ad una nota officina di assumere la costruzione dell'apparecchio; ma eran tempi un po' diversi da oggi. Le trattative andavano per le lunghe; io avevo la mente ad altre cose, e così, anche per varie altre circostanze, che non val la pena di richiamare, lasciai cadere il brevetto e non ci pensai più.

Ora con questo reclamo di priorità io non intendo affatto di togliere il merito a coloro che hanno perfezionato l'apparecchio nei particolari costruttivi per renderne il funzionamento sicuro ed esatto nella pratica, la qual cosa ha in questo caso una importanza grandissima, e quindi, trovo giusto che si ricordi il nome dell'ing. Scialpi, come propone l'Officina Galileo.

GUIDO GRASSI.

:: SUNTI E SOMMARI ::

CONDUTTURE.

T. M. FEDER — **Le perdite superficiali nei riguardi del progetto degli isolatori.** (Journ. of. Am. Inst. Elect. Eng., settembre 1920, pag. 803).

La perdita superficiale è dannosa sotto tre punti di vista: 1° per la perdita di corrente a cui dà luogo; 2° pel riscaldamento che produce nell'isolatore, il quale viene soggetto a dilatazioni e contrazioni che ne facilitano la rottura; 3° per il pericolo della scarica superficiale.

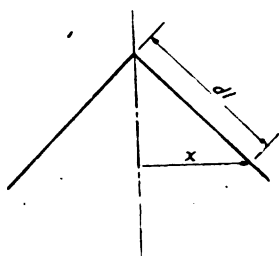
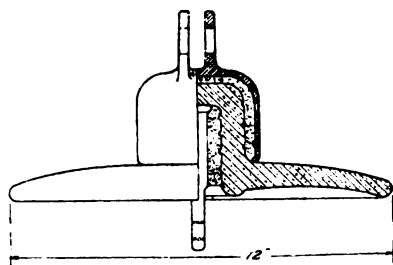



Fig. 1. Fig. 2.

L'autore studia il modo di ridurre minima la perdita superficiale. Occorre per questo rendere massima la resistenza superficiale.

Tale resistenza è data da $R = \frac{\rho l}{a}$. Si tratta dunque di rendere massimo l aumentando il meno possibile a, dove a rappresenta in questo caso la sezione anulare di passaggio attraverso l'aria della scarica superficiale. Considerando uno schema di isolatore conico, l'autore pone per la resistenza superficiale la formula

$$R = \frac{\rho l}{a} = \frac{\rho}{2 \pi t}\int_0^l \frac{dl}{x} \qquad (1)$$

dove t indica lo spessore dello strato conducente.

Se per aumentare l si aumenta soltanto r si arriva a pesi di isolatori eccessivi. Si ricorre allora a delle rughe o rilievi circolari intorno agli isolatori; si può in tal modo aumentare l senza arrivare a diametri, e quindi a pesi, troppo forti.

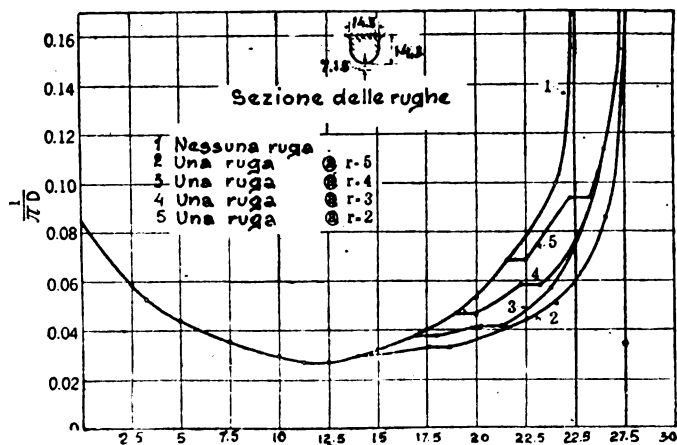



Fig. 3.

La curva 1 della fig. 3 rappresenta la curva integrale della resistenza superficiale dell'isolatore tipo indicato in fig. 2; vale a dire che l'area compresa fra la curva 1 e l'asse delle ascisse rappresenta la resistenza superficiale. Come si vede tale resistenza per unità di lunghezza di percorso della scarica superficiale va prima diminuendo dalla sommità dell'isolatore al bordo della flangia, e poi torna ad aumentare; ciò è dovuto al fatto che, aumentando il diametro aumenta anche la sezione della zona circolare, che dà passaggio alla scarica.

Le curve 2-3-4-5 rappresentano la variazione della resistenza superficiale dell'isolatore, quando si aggiunga un rilievo anulare sulla faccia inferiore dell'isolatore a differenti distanze dall'asse. Come si vede l'aumento di resistenza, portato dal rilievo aggiunto, è tanto maggiore quanto minore è il diametro del rilievo anulare aggiunto. Conviene dunque disporre tali rilievi anulari il più vicini possibile al gambo dell'isolatore.

L'autore richiama poi la grande importanza che assumono, rispetto alla scarica superficiale, i depositi di polveri o di detriti sull'isolatore. In un isolatore studiato razionalmente la superficie dell'isolatore dovrebbe adattarsi alle linee del flusso elettrico: in tal modo le scariche superficiali tenderebbero esse stesse a tenere pulito l'isolatore, allontanando le impurità dalla superficie.

R. S. N.

* *

MATERIALI.

Nuovo acciaio magnetico. (The Phisical Review - dicembre 1920).

Quest'acciaio, designato colla sigla *K.S.*, preparato da Honda e Takagi nel giugno 1917, e successivamente perfezionato, viene reso noto solo ora per ragioni di brevetti. Per le sue proprietà supera i migliori in uso attualmente (acciai magnetici al tungsteno) possedendo una forza coercitiva estremamente elevata ed un forte magnetismo residuo. Risulta da una lega contenente cobalto, tungsteno e cromo secondo le proporzioni seguenti:

C	Co	W	Cr
04, — 0,8 %	30 — 40 %	5 — 9 %	1,5 — 3 %

Per essere la lega alquanto fragile, l'operazione della forgiatura del lingotto richiede molta cura, ma con una pratica adeguata si riesce a foggiarlo in tutte le forme. La temperatura migliore è di 950° C ed il liquido che più si presta per la tempera è l'olio pesante; per l'uso come calamita permanente negli istrumenti di misura non si richiede poi quasi nessun trattamento termico. Sono quì brevemente illustrate le misure relative alle sue costanti caratteristiche; l'intensità di magnetizzazione I era determinata col metodo balistico usuale ed il campo effettivo H calcolato colla nota formula:

$$H = H' - IN,$$

dove H' è il campo applicato ed N il fattore smagnetizzante.

a) Magnetismo residuo e forza coercitiva. L'intensità del magnetismo residuo I_r e la forza coercitiva H_c sono quantità importanti per un magnete permanente, specialmente la seconda. Dato che esse au-

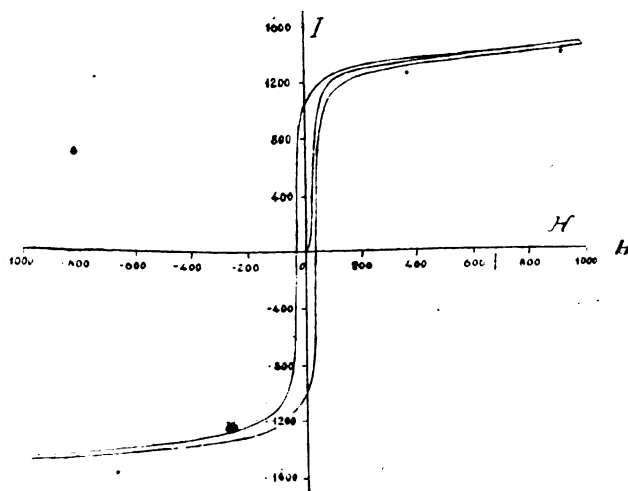



Fig. 1.

mentano col campo magnetizzante, questo venne elevato sino a 1500 Gauss. I risultati ottenuti variarono a norma della proporzione dei componenti (valori estremi di I_r in C. G. S.: 620 - 920; valori corrispondenti di H_c in Gauss.: 257 — 226) dando luogo, all'incirca, ad una forza coercitiva tripla di quella del migliore acciaio al tungsteno conosciuto e ad un magnetismo residuo, sempre rapporto a quest'ultimo, maggiore.

b) Durezza e microstruttura. La durezza dell'acciaio è in stretta relazione colla microstruttura; generalmente più duro è l'acciaio e più fine è la grana. Le micrografie dell'acciaio K. S. mostrano l'esistenza di una grana finissima; esso è meccanicamente assai duro (ricotto 444 - scala Brinell, 38 scala Shore; temperato 652 e 55); le proprietà magnetiche accompagnando quelle meccaniche, esso può essere facilmente magnetizzato, il suo magnetismo residuo è grandissimo e non può facilmente essere diminuito.

c) Curve di isteresi. Le curve della fig. 1 e 2 sono relative ad un medesimo campione (rispettivamente ricotto e temperato) e mostrano le intensità di magnetizzazione assunte in campi diversi, con una variazione ciclica da — 1300 a + 1300 Gauss. Allo stato ricotto, la forza coercitiva è solo di 30 Gauss, mentre colla tempera sale a 238 Gauss e l'area del cappio è enormemente grande, la perdita ammontando a circa 909 000 erg. Nel migliore acciaio al tungsteno la stessa quantità si è trovata essere di 290 000 erg.

d) Effetto dell'invecchiamento artificiale. Un magnete permanente è sempre influenzato dalla forza smagnetizzante dovuta alla distribuzione terminale del magnetismo e questa forza aumenta rapidamente a misura che il rapporto delle dimensioni del campione diminuisce. Il processo di riscaldamento a cui questo viene assoggettato equivale a provocare l'accentuazione delle vibrazioni molecolari sotto l'azione della forza smagnetizzante; e l'indebolimento del magnetismo residuo che ne segue è tanto più forte quanto più il riscaldamento è prolungato ed il provino corto. L'effetto complessivo dovuto ad un riscaldamento è tuttavia più complesso, ed è mostrato graficamente dalla fig. 3 (cur-

va *a*) per un campione temperato, le misure del magnetismo residuo essendo effettuate di tempo in tempo per 40 ore consecutive; la magnetizzazione residua aumenta leggermente durante le prime tre ore e poi rimane perfettamente costante. In altri campioni si ha invece il comportamento reso evidente dalla curva (*b*). Queste variazioni della magnetizzazione sono dovute all'azione simultanea di due cause opposte. La prima causa, di diminuzione, dipende dalla accentuata vibrazione molecolare dovuta al riscaldamento e la seconda causa, di aumento, la tempera; durante il riscaldamento una piccola frazione di carburi, che sono presenti come soluzione solida, viene liberata dando luogo ad un aumento di magnetismo. Gli effetti di queste due cause raggiungono subito i loro valori assintotici col procedere del riscaldamento; e la sovrapposizione dei due effetti produce la curva (*b*), mentre quando il primo effetto è piccolissimo si ha la curva del tipo (*a*).

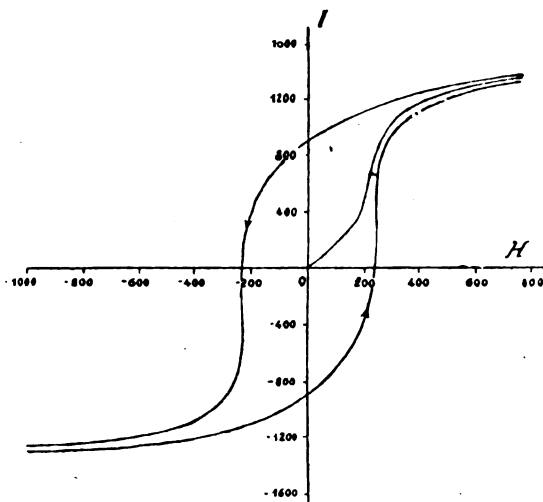



Fig. 2.

e) Effetto degli urti. Venne studiato mediante caduta ripetuta (fino a 200 volte), costruendo dei diagrammi (ascisse: urto; ordinate; intensità di magnetizzazione residua) che mostrano una rapida diminuzione fino a 20 cadute e poi lentissima. Dopo 850 cadute (da 1 m di altezza su cemento) il magnetismo residuo variò da 854 ad 800 *C. G. S.*

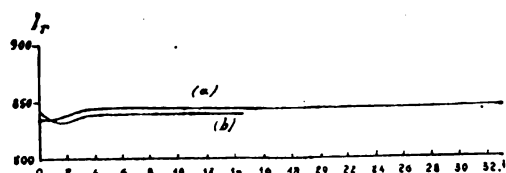



Fig. 3.

f) Influenza delle dimensioni sul magnetismo residuo. Diminuendo il rapporto della lunghezza alla grossezza di un magnete permanente, la forza smagnetizzante agente nell'interno del magnete diviene maggiore, provocando una diminuzione rapida del magnetismo. La resistenza a questa azione smagnetizzante è misurata dalla forza coercitiva e se si suppone che la lunghezza di una barra magnetica venga gradualmente ridotta, un materiale avente una piccola forza coercitiva soggiace ad una maggiore diminuzione di magnetismo di uno che ne abbia una maggiore. E' questo il caso dell'acciaio *K. S.* che, per un rapporto di dimensioni di 15, offre una magnetizzazione circa 1,8 volte maggiore che nel caso dell'acciaio al tungsteno. Il grafico relativo (ascisse: rapporto; ordinate: intensità di magnetizzazione) mostra dapprincipio un aumento rapido del magnetismo residuo subordinatamente a quello delle dimensioni, influenza che cessa sensibilmente dal rapporto di 20 in su.

G. E.

* *

MISURE: METODI ED ISTRUMENTI.

F. D. NEWBURY e C. J. FECHHEIMER — **Rivelatori interni della temperatura nei grandi generatori** (Electric Journal, settembre 1920 pag. 410).

L'autore studia gli errori a cui si può andare incontro nell'impiego delle coppie termoelettriche incluse negli avvolgimenti delle macchine, come rivelatori delle temperature massime degli avvolgimenti stessi nei loro vari punti.

Nella discussione degli errori possibili, prende come riferimento la temperatura vera del rame nell'interno dell'avvolgimento, misurata mediante le variazioni di resistenza di una bobinetta foggiata a nastro, e avvolta a diretto contatto sul rame nudo, la misura così ottenuta si può ritenere praticamente esente da errori, e può servire di riferimento.

Se il rivelatore fisso termoelettrico è collocato entro un canale dell'armatura, fra una bobina e l'altra, la temperatura che esso rivela può differire dalla temperatura massima vera nell'interno dell'avvolgimento, per due cause di errore:

1) per il flusso di calore che emana dalle superfici laterali del rame nella bobina superiore e inferiore, verso le pareti del canale della armatura;

2) perchè la temperatura della faccia superiore delle bobine non è eguale a quella della faccia inferiore.

La differenza di temperatura fra il rame delle bobine e il ferro dell'armatura produce un flusso di calore, che si distribuisce analogamente a quanto farebbe un flusso magnetico, prodotto da una differenza di potenziale magnetico. Perciò le linee di flusso termico e le linee isotermiche possono essere rappresentate analogamente alle linee di forza, e alle linee equipotenziali. La fig. 1 rappresenta appunto il campo termico generato nello spazio occupato dall'isolamento di due matasse, dentro un canale dell'armatura. Nel disegno si è considerato il materiale isolante come fosse isotropico; in realtà invece la conduttività calorifica nel senso longitudinale è, negli isolanti impiegati negli avvolgimenti, notevolmente maggiore che nel senso trasversale: può arrivare ad essere dieci volte tanto. Come si vede nella figura 1, dalle due facce opposte delle due bobine, fra le quali si trova la coppia termoelettrica *b*, emana un flusso di calore verso le pareti del canale: e tale flusso è, in questa zona, praticamente facilitato appunto dalla maggior conduttività calorifica longitudinale dell'isolante, avvolto attorno alle bobine.

Come si rileva nel caso della figura, la coppia termoelettrica rivelerebbe la temperatura della linea isotermica *a-b-c* che passa per essa,

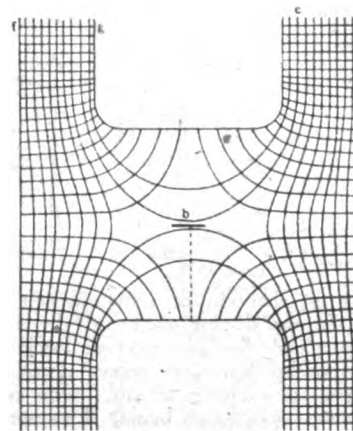



Fig. 1. — Linee isotermiche nell'isolamento in una cava.

e la caduta di temperatura dal rame alla coppia è data approssimativamente dal prodotto del rapporto dei due segmenti $\frac{(g-a)}{(g-f)}$, moltiplicato per la differenza di temperatura fra il rame e il ferro.

La causa di errore, dovuta al flusso termico, è in relazione specialmente della distanza che separa i conduttori delle due bobine; perciò l'errore che si commette sarà specialmente rilevante nelle macchine ad alta tensione, in cui le due bobine sono separate da un grosso spessore d'isolante.

Pressochè in tutte le macchine a corrente alternata si manifesta, poi, anche la seconda causa di errore accennata, ossia la differenza di temperatura fra il rame delle facce opposte delle due bobine. Evidentemente in tal caso la coppia termoelettrica darà indicazione della media delle due temperature. Il fattore principale di tale differente riscaldamento risiede nelle correnti di Foucault. L'autore cita l'esempio di un alternatore in cui, con una corrente di 980 ampere, il lato inferiore della bobina superiore aveva una temperatura di 224°, e il lato superiore della bobina inferiore una temperatura di 168°; una coppia termoelettrica inserita fra le facce opposte delle due bobine dava una indicazione di 185°.

Le perdite per correnti parassite, (e quindi il riscaldamento della bobina superiore) dipendono dal modo con cui è fatto l'avvolgimento, e sono più sensibili quando fra le correnti nella bobina superiore e inferiore esiste la minima differenza di fase. Evidentemente nelle macchine in cui il tipo di avvolgimento comporta simili differenze di fase, il rivelatore dovrà essere posto in quei canali in cui la differenza di fase è minima.

Quando vi sieno, come di solito, due lati di matassa in ogni canale, la fasciatura esterna può essere fatta separatamente, come in figura 2, oppure essere unica per entrambe le matasse, come in figura 3.

Se la macchina è raffreddata con ventilazione assiale, l'aria di ventilazione altera le indicazioni delle coppie termoelettriche, mentre influisce in modo trascurabile sulla temperatura interna del rame.

L'autore riporta due serie di esperienze da lui fatte. La prima fu compiuta su un alternatore da 12 000 kVA a 60 periodi; fu eseguita una serie di letture al regime di 6600 Volt e 960 Ampere, ed un'altra serie al regime di 7260 Volt e 960 Ampere. Parte delle fasciature erano disposte come in figura 2 e parte come in figura 3.

I risultati dell'esperienza, possono essere raccolti nella seguente tabella:

		A 6600 V e 960 A	A 7260 V e 960
Surriscaldamento medio della bobina superiore nel canale in cui si ha il massimo riscaldamento		76°–	88°,1
Coppie termoelettriche fra le due bobine	massimo riscaldamento con rivestimento unico	64°–	69°–
	massimo riscaldamento con rivestimento separato	58°,7	63°,5
Riscaldamento medio alla base della bobina inferiore		47°,9	60°,1
» » del dente		46°,3	56°,6

Dalla tabella l'autore ricava le seguenti considerazioni:

1. Vi è una forte differenza fra la temperatura vera del rame e quella rivelata dalla coppia collocata fra le due bobine; l'errore è del 34% e del 51% (rispettivamente nelle due serie di misure) col rivestimento unico, e sale al 49% e 65% col rivestimento distinto delle due bobine.

2. La coppia collocata alla base della bobina inferiore è assai influenzata dalla vicinanza del ferro d'armatura; essa indica assai prossimamente la temperatura del ferro, anzichè quella del rame.

3. Le misure che fossero eseguite con termometri sulla testata degli avvolgimenti, non darebbero alcuna indicazione utile riguardo alla temperatura massima raggiunta dal rame.

4. La misura di temperatura desunta dall'aumento di resistenza dà, tutt'al più, indicazione della media di tutto l'avvolgimento, ma non può dare indicazione del riscaldamento che si verifica nei lati utili delle bobine.

La seconda serie di esperienze fu condotta dall'autore su un modello di armatura appositamente costruito.

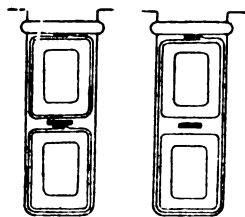



Fig. 2 e 3. — Disposizione delle bobine nelle cave.

Egli predispose un elemento di armatura, con due cave e 4 canali di ventilazione. In essa dispose matasse di diverso tipo, con diverso grado di isolamento e con diverso genere di fasciature. Una corrente d'aria ottenuta da apposito ventilatore poteva riprodurre gli effetti della ventilazione. Numerosi rivelatori interni furono collocati nei diversi punti del sistema, mentre una lunga bobina di resistenza, avvolta direttamente sul rame, permetteva di controllare il riscaldamento medio del rame stesso. I risultati delle numerose esperienze, ampiamente illustrate dall'A., si possono riassumere come segue.

L'effetto della ventilazione si fa sentire specialmente sul rivelatore posto fra le due bobine con fasciatura separata, mentre non ha influenza sensibile sulla temperatura interna della massa di rame. Con qualunque dispositivo, una coppia collocata fra le due facce opposte delle due bobine indica una temperatura inferiore a quella massima che si produce nel rame; questo errore arriva nelle esperienze dell'autore fino al 25%, nel caso della fasciatura unica, e fino al 61% colla fasciatura separata.

Per mettere in maggiore evidenza l'influenza del flusso di calore, l'autore condusse anche una serie di esperienze, collocando fra le facce opposte delle due bobine uno spessore esagerato di isolante. E' risultato, che vi è una forte differenza di temperatura fra l'interno della bobina e la superficie esterna dell'isolamento, mentre è piccola la differenza fra questa superficie e lo strato centrale della massa isolante collocata fra le due bobine. Vi è uno spiccato gradiente di temperatura dal centro del canale verso le pareti dello stesso. Pur essendo (a regime eguale) assai prossime le temperature delle facce opposte delle masse di rame delle due bobine, le coppie collocate sulla superficie esterna dei due rivestimenti in corrispondenza alle facce opposte danno letture assai differenti. In tutte le esperienze, le coppie collocate nella massa di rame in prossimità delle facce opposte delle due bobine, indicano temperature maggiori che le coppie collocate sulle facce più lontane delle due masse di rame.

Un'ultima serie di esperienze fu rivolta alla localizzazione della massima temperatura entro la massa di rame. E' risultato che la temperatura sul fianco della bobina è praticamente la stessa che sulla faccia superiore; sul fianco e sulla faccia inferiore vi sono errori dovuti al flusso di calore verso le pareti; analogamente sulla faccia superiore vi è perdita di calore, attraverso l'isolamento che chiude il canale. Quando si voglia avere l'indicazione della massima temperatura, che effettivamente si produce nel rame, occorre collocare diverse coppie a differenti profondità entro il rame, lungo la direzione dell'asse del canale, e in quelle bobine collocate nelle regioni della carcassa, in cui si riconosce che si verifica il massimo riscaldamento della massa di ferro.

Da tutto lo studio dell'autore si deducono le seguenti norme principali.

I rivelatori collocati fra due bobine danno sempre indicazioni minori della temperatura massima, sia per effetto delle correnti parassite, sia per effetto della ventilazione (specialmente se le bobine hanno rivestimento separato).

Lo spostamento di fase fra le correnti dei conduttori collocati in uno stesso canale influisce sulle letture; perciò i rivelatori si devono mettere in quei canali in cui si verifica la minima differenza di fase.

La ventilazione non altera la temperatura interna del rame.

La caduta termica attraverso l'isolamento in un alternatore ad alta tensione, a 60 periodi, è dell'ordine di 50°, e non può essere migliorata praticamente colla ventilazione.

Vi è un gradiente di temperatura fra l'asse del canale e le pareti; perciò i rivelatori devono avere la larghezza più piccola possibile, ed essere collocati sull'asse del canale.

La temperatura massima non è sulla faccia superiore della bobina superiore.

Rivelatori posti fra le facce delle bobine e il ferro del canale, non danno indicazioni attendibili sulla temperatura interna del rame.

Le misure più attendibili si hanno con coppie termoelettriche collocate entro la massa di rame, a contatto col rame nudo.

R. S. N.

★ ★

TELEGRAFIA, TELEFONIA, SEGNALAZIONI.

K. W. WAGNER — **La telefonia e telegrafia multipla con filo ad alta frequenza** (¹). (E. T. Z., vol. XLI, n. 51, del 23 dicembre 1920, pag. 1025).

Fra i problemi della ricostruzione dopo la fine della guerra, ha un posto importantissimo il ristabilimento del servizio delle comunicazioni, poichè il disimpegnare tale servizio in modo ordinato, sicuro e rapido è indispensabile per una sana vita economica del paese. Durante la guerra gli impianti dell'amministrazione imperiale dei telegrafi furono intensamente sfruttati, eseguendo soltanto i lavori di manutenzione più indispensabili e differendo qualunque ampliamento o nuovo impianto. Lo sviluppo del servizio delle comunicazioni, che dopo la guerra ha superato ogni previsione, ha obbligato l'amministrazione tedesca dei telegrafi a utilizzare tutte le forze e tutti i mezzi a sua disposizione per far fronte alle esigenze del servizio; occorre però tener presente che un miglioramento diverrà sensibile soltanto gradatamente, e che i nuovi impianti occorrenti non potranno farsi dall'oggi al domani. La principale difficoltà è rappresentata dalle nuove linee necessarie per l'aumentato traffico, per la cui costruzione occorre molto tempo e mancano le materie prime. In queste condizioni risultò la grande importanza di un sistema mediante il quale fosse possibile effettuare sullo stesso filo parecchie trasmissioni contemporaneamente e senza disturbi reciproci, ossia moltiplicare di colpo la potenzialità della rete esistente. La trasmissione multipla per mezzo di correnti di alta frequenza e di apparecchi riceventi sintonizzati era stata studiata già prima della guerra. Ma soltanto i dispositivi realizzati durante la guerra per generare, amplificare e raddrizzare le correnti di alta frequenza per mezzo delle valvole ioniche, hanno fornito la base per realizzare un sistema pratico di telefonia e telegrafia multipla con filo ad alta frequenza. Appena finita la guerra, il laboratorio sperimentale dei telegrafi ha rivolto a questo problema tutta la sua attenzione, e grazie al concorso del ministero delle poste e dell'industria interessata, il nuovo sistema di comunicazione può essere già utilizzato sopra un grande numero di linee.

Il principio fondamentale della telefonia e telegrafia multipla ad alta frequenza è, come nella radiotelefonia e radiotelegrafia, l'impiego di oscillazioni elettriche, la cui ampiezza varia col ritmo della parola o dei segnali telegrafici. Queste oscillazioni però non vengono irradiate nello spazio per mezzo di un'antenna per propagarsi in tutte le direzioni, ma vengono trasmesse lungo un conduttore metallico senza che abbia luogo nessuna irradiazione laterale. Con ciò si ottiene anzitutto la garanzia del segreto, e secondariamente per raggiungere una determinata portata occorre una potenza molto minore che per telefonare o telegrafare senza filo. Ciascuna trasmissione viene trasportata da un'onda di determinata lunghezza, e le onde che giungono alla estremità della linea agiscono sopra apparecchi riceventi sintonizzati, nei quali esse vengono separate e trasformate nuovamente negli ordinarii segnali telefonici o telegrafici.

Gli apparecchi telefonici e telegrafici ordinari sono insensibili alle correnti di alta frequenza, e parimenti gli ordinarii segnali telefonici e telegrafici non agiscono sugli apparecchi ad alta frequenza. Si può quindi applicare la telefonia e telegrafia multipla per mezzo di correnti di alta frequenza sulle linee esistenti contemporaneamente al servizio normale, ed in tal modo si può far fronte ad un servizio più intenso senza la dispendiosa costruzione di nuove linee e senza disturbare le comunicazioni esistenti.

I lavori occorrenti per l'applicazione del nuovo sistema si possono classificare in due gruppi. Il primo riguarda lo sviluppo tecnico degli apparecchi ad alta frequenza; il secondo, il quale presentò le più gravi difficoltà, riguarda la coordinazione organica del nuovo sistema cogli impianti e col servizio esistenti. Colla sovrapposizione del servizio ad alta frequenza, occorreva evitare in modo assoluto qualsiasi disturbo al servizio esistente per sè stesso già sovracaricato. Occorreva quindi evitare tanto di apportare sensibili variazioni agli impianti esistenti, quanto di introdurre nuove esigenze circa la coltura e la pratica del personale.

(¹) Vedi anche *L'Elettrotecnica*, 15 marzo e 15 aprile 1921, rispettivamente a pag. 182 e 250.

Gli impianti ad alta frequenza si dovevano quindi sviluppare come una amplificazione di quelli esistenti, in modo che dal giorno della loro messa in esercizio il personale non si accorgesse che della esistenza di nuove comunicazioni. Questo difficile problema, il quale ha richiesto molti mesi di lavoro, si può oggi considerare come sostanzialmente risolto.

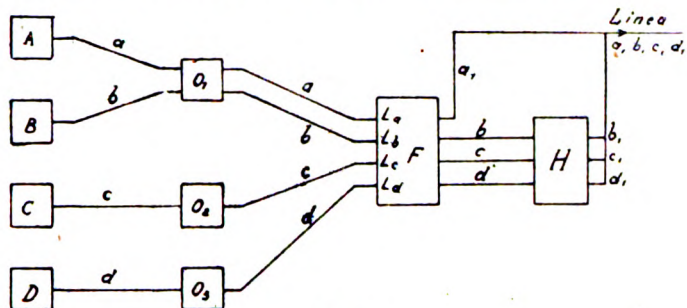



Fig. 1.

Nella fig. 1 sono rappresentate schematicamente le connessioni per una linea telefonica interurbana funzionante in quadruplo, ossia con una conversazione ordinaria e tre conversazioni ad alta frequenza. *A*, *B*, *C*, *D* sono i quattro abbonati collegati contemporaneamente ad una estremità della linea, e di essi *A*, *B*, si suppongono collegati con una stessa centrale urbana 0_1, mentre *C* e *D* sono collegati ciascuno rispettivamente alle centrali urbane 0_2 e 0_3. Dalle centrali urbane le conversazioni giungono, per mezzo delle linee di collegamento *a*, *b*, *c*, *d* alla centrale interurbana *F*. Nel quadro di commutazione di questa l'unica linea interurbana *L* compare come quadrupla in L_a, L_b, L_c, L_d; ma soltanto in corrispondenza ad L_a essa è effettivamente collegata per mezzo di a_1, cosicchè soltanto la conversazione dell'abbonato *A* viene trasmessa inalterata sulla linea. Le conversazioni di *B*, *C*, *D* vengono invece trasmesse dalla centrale interurbana alla centrale ad alta frequenza *H*, dove esse vengono appoggiate ad oscillazioni ad alta frequenza di frequenze differenti, in modo che a ciascuna conversazione corrisponda una frequenza determinata, ossia una determinata lunghezza d'onda. Queste varie onde giungono poi alla linea interurbana attraverso b_1, c_1, d_1. Analogamente la risposta giunge ad *A* attraverso a_1, e le risposte a *B*, *C*, *D* vengono trasmesse lungo la linea per mezzo di alte frequenze. Ciascuna di queste ultime ha la frequenza propria; è quindi possibile separarle l'una dall'altra nell'ufficio ad alta frequenza, e trasmettere ciascuna di esse soltanto all'abbonato corrispondente dopo averla nuovamente trasformata in corrente telefonica ordinaria. La caratteristica essenziale del sistema descritto è che nel collegamento fra l'abbonato e la centrale interurbana non vi è la minima differenza fra la conversazione ordinaria e quella da trasmettersi per alta frequenza. Così pure non vi è nessuna differenza per la telefonista al quadro interurbano nel servizio delle due specie di conversazioni. L'impianto di telefonia multipla è quindi effettivamente soltanto un ampliamento dell'impianto esistente, senza apportare a questo nessuna variazione. Ciò è in pratica di capitale importanza, perchè soltanto in grazia di ciò è stata possibile, ad onta delle sfavorevoli condizioni economiche attuali, la realizzazione della telefonia multipla.

Come già si è detto, gli apparecchi ad alta frequenza sono riuniti, separatamente dalla centrale interurbana, in una speciale centrale ad alta frequenza, sistemate in generale, ma non necessariamente, nel fabbricato dell'ufficio interurbano. La fig. 2 mostra come può essere disposto l'ufficio ad alta frequenza. Sul davanti si vedono i quadri coi trasmettitori ad alta frequenza, e più in fondo quelli coi ricevitori ad alta frequenza. All'estremità di ciascuna delle due serie di quadri, vi è un commutatore a spine per mezzo del quale si possono commutare rapidamente gli apparecchi. Un terzo commutatore serve per commutare le linee in caso di guasti. Le altre intelaiature contengono apparecchi ausiliarii. Nel mezzo del locale è il quadro di controllo al quale fanno capo tutti i collegamenti fra la centrale interurbana e la centrale ad alta frequenza. Esso contiene i dispositivi di ascolto e di verifica e rappresenta il centro dal quale si può controllare tutto il funzionamento dell'impianto telefonico multiplo. Dal quadro di controllo si può determinare rapidamente la causa di eventuali disturbi, siano essi dovuti a guasti tanto sulle linee quanto nell'impianto di telefonia multipla propriamente detto, e si possono impartire gli ordini necessarii per eliminarli.

La telefonia multipla ad alta frequenza ha sostenuto la prima prova del fuoco nell'effettivo servizio sulla linea Berlino-Hannover (300 km), sulla quale funziona da oltre un anno un impianto con due comunicazioni aggiunte ad alta frequenza, ossia con tre conversazioni contemporanee.

In seguito ai buoni risultati ottenuti su questa linea, si è applicata la telefonia multipla ad alta frequenza su alcune altre linee con traffico molto intenso, e cioè sul tratto Berlino-Stralsund della linea telefonica Berlino-Stockholm e sopra una delle linee telefoniche Berlino-Francoforte, lunghe 600 km. Su questa linea si sono aggiunte due conversazioni ad alta frequenza; essa è quindi ora utilizzata in triplo. Per le due linee di 4 mm di diametro in tal modo risparmiate, si sarebbero dovute impiegare 270 tonn di rame che da sole rappresentano oggi un valore di circa 7 milioni di marchi. Sopra un'altra linea telefonica Berlino-Francoforte si sono sistemati gli apparecchi supplementari per la telegrafia ad alta frequenza.

Il traffico telegrafico sulle grandi linee principali è di tale intensità che vi si può far fronte soltanto coll'impiego di apparecchi telegrafici rapidi con funzionamento meccanico. In Germania è principalmente impiegato il telegrafo rapido Siemens Halske; fu quindi necessario studiare i dispositivi per il funzionamento multiplo di questo apparecchio colle correnti di alta frequenza. Si effettuarono sulla linea prima due, poi quattro e poi sei comunicazioni telegrafiche oltre la comunicazione telefonica esistente, moltiplicando così per sette l'utilizzazione della linea. Con le sei comunicazioni telegrafiche è possibile trasmettere comodamente su quest'unica linea in funzionamento normale 4000 lettere al minuto, il che rappresenta un record mondiale.

Fig 2

Fig. 3.

Tutto il traffico giornaliero fra Berlino e Francoforte, il quale nei periodi di massima intensità ammonta a 7000 telegrammi di dieci parole di sei lettere in media, può essere oramai smaltito colla massima facilità sopra la sola linea funzionante ad alta frequenza. In causa dei frequenti guasti del vecchio cavo, e dell'aumento del traffico telegrafico e telefonico, il servizio fra le due città era diventato assolutamente impossibile, talchè le comunicazioni telefoniche subivano interminabili ritardi e i telegrammi dovevano di tempo in tempo essere inoltrati per posta. Le trasmissioni ad alta frequenza hanno salvato il servizio delle comunicazioni fra i due importanti centri della vita economica del paese dall'imminente completo sfacelo.

Anche sulle linee Berlino-Breslau (350 km) e Berlino-Magdeburgo (150 km) è stata applicata la trasmissione ad alta frequenza, impiegando sulla seconda l'apparecchio telegrafico stampante Hughes.

Dal punto di vista economico il funzionamento ad alta frequenza offre importanti vantaggi, poichè il costo degli apparecchi rappresenta soltanto una piccola frazione della spesa di impianto di una nuova linea. Soltanto per linee brevi non si può per ora prendere in considerazione il nuovo sistema, poichè in tal caso la spesa per la manutenzione e l'esercizio degli apparecchi ad alta frequenza supera la spesa per l'interesse e la manutenzione di una linea nuova.

Dal punto di vista dell'esercizio è molto importante la grande elasticità del funzionamento multiplo, il quale permette di seguire facilmente le esigenze del traffico. Se per es. il traffico diminuisce, si mette fuori servizio un corrispondente numero di collegamenti ad alta frequenza, e durante il periodo di riposo le spese di esercizio ad essi relative si ridurranno all'importo relativamente trascurabile dell'interesse del costo degli apparecchi. In mancanza di collegamenti ad alta frequenza, sarebbe invece necessario proporzionare il numero delle linee ai massimi del traffico, e in tal caso le spese rilevanti per l'interesse e la manutenzione delle linee sarebbero permanenti, essendo esse indipendenti dal fatto che le linee siano in servizio oppure no.

Fig. 4.

Dopo che le prime applicazioni hanno dimostrato che colla telefonia ad alta frequenza si può ottenere un notevolissimo miglioramento del servizio, l'amministrazione tedesca dei telegrafi ha deciso di applicare il funzionamento multiplo con correnti di alta frequenza alla rete esistente, in base ad un piano generale, così da ovviare in modo rapido ed efficace alla grave deficienza delle linee telefoniche e telegrafiche. Attualmente è in corso la sistemazione di 50 collegamenti ad alta frequenza fra i centri più importanti, con che l'amministrazione prevede di poter realizzare una economia di almeno 200 milioni di marchi sulla spesa che sarebbe altrimenti necessaria per l'impianto di nuove linee.

Gli apparecchi per i primi otto collegamenti telefonici sono già stati forniti e sistemati, e la fig. 3 mostra l'ufficio telefonico interurbano ad alta frequenza in corso di sistemazione a Berlino. La serie di armadii a destra contiene i trasmettitori ad alta frequenza (fig. 4), e quella a sinistra i ricevitori. Sulla parete di fondo sono sistemati gli apparecchi ausiliarii (per le chiamate, etc.). Il posto di prova e di controllo si trova all'estremità del gruppo degli armadii dei trasmettitori. Tutti i collegamenti telefonici ad alta frequenza sopra menzionati fra Berlino e Francoforte, Hannover e Stralsund, sono già serviti da questo ufficio telefonico ad alta frequenza. *E. C.*

* *

TRAZIONE E PROPULSIONE.

R. BEEUWKES — **Risultati dell'esercizio a trazione elettrica nell'anno 1919 sulla ferrovia Chicago-Milwaukee** [1]. (E. R. J., 31 luglio 1920, pag. 227).

Il tratto elettrificato della Ferrovia Chicago-Milwaukee si estende da Harlowton (Montana) ad Avery (Idaho) con un percorso di circa 700 km. che in parte si sviluppa attraverso la zona delle Montagne Rocciose. L'energia è fornita sotto forma di corrente trifase a 100.000 Volt - 60 periodi. Una linea primaria a 100.000 Volt corre parallelamente alla linea ed alimenta le sottostazioni di conversione distribuite lungo il percorso in numero di 14. In esse la corrente trifase è convertita in corrente continua a 3000 Volt, per l'alimentazione della linea di contatto.

Le sottostazioni sono, in generale, equipaggiate con due gruppi motore - dinamo della potenza di 2000 kW ciascuno, e formati da due dinamo in serie a 1500 Volt, comandate da un motore sincrono a 2300 Volt. Ciascun gruppo è servito da un trasformatore trifase della potenza di 2500 kVA - 100.000/2300 Volt. Tre sottostazioni sono equipaggiate, invece, con tre gruppi da 1500 kW ciascuno, serviti da trasformatori da 1900 kVA. Il macchinario può sopportare un sovraccarico del 200% per la durata di 5 minuti. La linea di contatto, con sospensione a catenaria, è costituita da un doppio filo di rame, della sezione di 200 mm²., sospeso ad una corda d'acciaio di 12,5 mm. di diametro. Una linea a 3000 Volt congiunge le diverse sottostazioni ed alimenta ad intervalli di circa 300 metri la linea di contatto. In corrispondenza alle sottostazioni ed agli attraversamenti, la linea di contatto è sezionata, e ciascuna sezione è alimentata separatamente, così che, in caso di guasti, è possibile isolare il tratto da riparare, continuando il servizio sul rimanente percorso.

Per il ritorno di corrente servono le rotaie, del peso di 45 kg. per metro ed un alimentatore negativo, in rame da 100 mm², sostenuto dalla stessa palificazione di linea e collegato ad intervalli di circa 2000 m., colle rotaie.

L'energia è consegnata dalle Società fornitrici in 6 centri di alimentazione distribuiti lungo il percorso, ed il contratto di fornitura stabilisce una quota minima di pagamento, sulla base di un fattore di carico del 60%; qualora il fattore di carico risultasse superiore al limite prestabilito, il pagamento dell'energia viene effettuato sulla base dei kWh effettivamente consumati e in ragione di cent. 2,7 circa per kWh.

Il consumo di energia è regolato a mezzo di un apposito sistema indicatore-limitatore (già descritto in questo giornale) [2] il quale, per una parte del percorso, funziona fin dall'inizio della trazione elettrica nel 1918. Scopo di tale sistema è quello di indicare all'ufficio centrale del movimento la quantità di energia richiesta ad ogni istante sulla linea, e di impedire che le punte oltrepassino un certo limite prestabilito. Questa azione limitatrice si ottiene provocando un abbassamento della tensione della corrente continua nelle sottostazioni, ed un conseguente rallentamento nella marcia dei treni.

La durata dei periodi di regolazione dipende dal valore massimo ammesso per le punte, e dalla possibilità di variare la distribuzione dei treni. Per limitarla converrà prevedere l'orario in modo che il minor numero di treni si trovi contemporaneamente impegnato sui tratti di maggiori pendenze.

D'altra parte, una diminuizione della velocità dei treni aumenta le durate di percorso, e provoca un aumento di spesa per il personale viaggiante. Per stabilire quindi opportunamente il valore della punta massima, è necessaria una esatta valutazione delle economie realizzabili nel consumo di energia, in confronto colle maggiori spese alle quali si va incontro nell'esercizio.

La statistica del consumo di energia per i diversi servizi (passeggeri - merci - manovre ecc.) viene fatta in base alle letture dei wattometri, installati sui locomotori. Dalla cifra totale di consumo, o da quella che risulta adottando il fattore di carico minimo garantito del 60%, si deduce la quantità di energia assorbita nelle sottostazioni per illuminazione, servizi ausiliari, segnalazioni, ecc. misurata a mezzo contatori e che corrisponde circa all'1%. Il rimanente viene suddiviso proporzionalmente ai consumi indicati dai wattmetri dei locomotori le letture dei quali vengono, all'uopo, registrate periodicamente. La Società ha così il mezzo di conoscere il consumo specifico di energia per i vari servizi e di valutare esattamente il rapporto fra l'energia utilizzata agli archetti delle locomotive e l'energia fornita nei centri di alimentazione. Tale rapporto raggiunge per l'anno 1919 il valore medio del 67%.

Diamo quì altre cifre relative all'esercizio del 1919:

Le spese d'esercizio risultano così distribuite:

	Spesa Totale	Spesa Unitaria	
Manutenzione fabbricati sottostazioni	L. 42.500,—	L. 3035.—	per fabbricato.
,, linea primaria trifase	,, 8.850,—	,, 15,10	per km. di linea elettrificata
Manutenzione rete di distribuzione a corrente continua	,, 397.000,—	,, 557,—	,, ,, ,,
Manutenzione pali ed apparecchi di linea	,, 121.200,—	,, 172,—	,, ,, ,,
Manutenzione macchinario ed apparecchiature delle sottostazioni	,, 200.000,—	,, 14.340,—	per sottostazione.
Consumo d'energia	,, 510.750,—	,, 36.500,—	,, ,,

Il costo unitario dei trasporti risultò di L. 0.92 per 1000 Tonn Km. rimorchiate e di L. 0.80 per 1000 Tonn. Km. lorde.

Il costo del kWh all'archetto di cent. 5.5.

Il consumo medio di energia durante il periodo gennaio - novembre 1919 è stato il seguente:

a) sull'alta tensione	24 Wh per tonn. km.	rimorchiata
	21,4 » » »	lorda
b) all'archetto	16 Wh per tonn. km.	rimorchiata
	14,4 » » »	lorda

Il fattore di carico medio nel settore delle Montagne Rocciose, risultò di 57.3. Manca la cifra corrispondente per l'altro settore.

Trattandosi di impianto recente si potrebbe osservare che le cifre rappresentanti i costi di manutenzione saranno certamente inferiori alle medie normali. Bisogna però notare che le spese di manutenzione e di esercizio, eccettuata la spesa per l'acquisto dell'energia, sono, fino a un certo punto, indipendenti dal traffico per cui esse potranno mantenersi press'a poco costanti di fronte a un primo incremento del traffico, così che il costo riferito alla Tonn. km. verrà a ridursi in proporzione all'aumento stesso.

E' lecito inoltre presupporre che, coll'esperienza, si potranno perfezionare i metodi di manutenzione così da permettere anche da questo lato una certa economia.

Infine, le cifre segnate non hanno che il valore di indice dei risultati ottenuti fin quì. *g. a. r.*

[1] Nello sviluppo delle considerazioni economiche contenute nell'articolo il dollaro fu calcolato alla pari.

[2] *L'Elettrotecnica* - vol. VII, n. 13, 5 maggio 1920, pag. 224.

CRONACA

APPLICAZIONI VARIE.

Il comando elettrico dei verricelli di carico sulle navi. (E. T. Z., 30 dicembre 1920). — Per effetto delle crescenti difficoltà nell'approvvigionamento del carbone, le navi a motore hanno preso una straordinaria importanza e così pure il comando elettrico dei macchinarii ausiliarii e specialmente dei verricelli di carico. Per il comando di questi ultimi si possono prendere in considerazione quasi esclusivamente i motori a corrente continua, tenendo presenti nella costruzione e nella scelta del macchinario le caratteristiche differenti che essi presentano in confronto colle macchine a vapore per quanto riguarda l'inerzia, il limitato aumento di velocità a vuoto e il grande aumento di sforzo in sovraccarico. Il sistema Leonard è risultato per i verricelli di carico troppo costoso e non economico; i verricelli col motore sempre in moto non permettono di raggiungere l'alta velocità desiderabile nel sollevamento del gancio a vuoto, e l'usura inevitabile negli accoppiatoi meccanici implica il pericolo di inconvenienti nell'esercizio.

La maggior parte dei verricelli di carico elettrici sono stati finora montati con motore in serie ad inversione di marcia e con dispositivo automatico di frenamento nella discesa. Con questa disposizione, necessaria in vista del personale di servizio non specializzato e continuamente variabile, l'avvolgimento in serie è, come è noto, eccitato separatamente sopra delle resistenze addizionali, in modo che nella discesa il motore ha la caratteristica di un motore in derivazione. In queste resistenze addizionali viene però assorbito circa il 40% della potenza nominale del motore, e ciò, mentre ha poca importanza negli impianti a terra con alimentazione largamente proporzionata, negli impianti di bordo, in cui le generatrici sono proporzionate soltanto al consumo di energia dei verricelli, aumenta notevolmente oltre che il consumo di combustibile anche la spesa di impianto. Inoltre, in vista della discesa a pieno carico, si può indebolire il campo soltanto fino ad avere nella discesa del gancio a vuoto una velocità 1,4 volte circa quella normale, mentre occorrerebbe giungere ad 1,9 volte per non mettere il verricello elettrico in condizione di inferiorità rispetto a quello a vapore. La ditta Siemens-Schuckert applica perciò un motore compound, il cui campo in derivazione durante la salita viene indebolito fino a dargli praticamente la caratteristica del motore in serie. Durante la discesa invece viene interrotta l'eccitazione in serie e indebolita quella in derivazione fino a raggiungere la voluta velocità di discesa col gancio a vuoto. Se invece

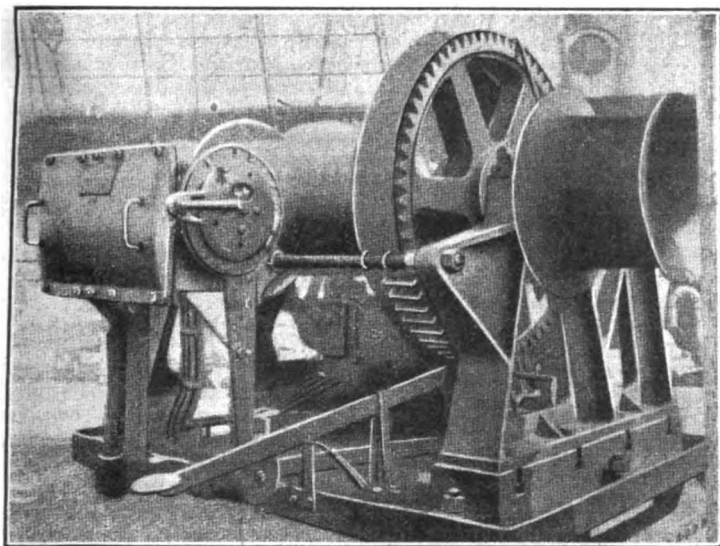



Fig. 1.

la discesa del gancio avviene sotto carico, il campo viene automaticamente rinforzato nella misura voluta. Da prove comparative, fatte nelle condizioni del pratico funzionamento, è risultato che il consumo medio di energia di un verricello di questo tipo è circa 2/3 di quello di un verricello con motore in serie e con freno di sicurezza per la discesa. I dati relativi al consumo di combustibile dei verricelli a vapore ed elettrici, ricavati dai risultati del pratico funzionamento, e concordanti del resto coi calcoli, sono raccolti nella seguente tabella:

Consumo di combustibile per il carico e scarico di 1 tonnellata

Tipo del verricello	Tipo della generatrice	Combustibile	Consumo di combustib. per 1 tonn. di carico
A vapore	—	Carbone	6 kg.
id.	—	Olio pesante	4 »
Elettrico	A vapore	Carbone	2,1 »
id.	id.	Olio pesante	1,4 »
id.	A olio pesante	id.	0,34 »

Da questi dati risulta che, coi prezzi attuali dei combustibili, il denaro speso nel verricello elettrico, compresa la corrispondente stazione generatrice, rende dal 40 all'80%, talchè i piroscafi possono, adottando questo tipo di macchinario, ottenere notevole vantaggio economico, specialmente nel caso di brevi navigazioni e frequenti operazioni di carico e scarico. Un esempio di verricello elettrico è riportato in fig. 1.

E. C.

ELETTROCHIMICA ED ELETTROMETALLURGIA.

I forni elettrici per metalli non ferrosi. - (The Engineer 14-1-21). — Dalle comunicazioni lette nella riunione dell'American Institute of Chemical Engineers, tenuta l'estate scorsa a Cambridge, Mass, risultano le seguenti notizie circa la classificazione e la descrizione dei forni elettrici per la fusione e il raffinamento dei metalli non ferrosi.

I tipi di forni attualmente impiegati con buon risultato sono i seguenti:

1) — Il forno ad arco diretto, il cui solo rappresentante è il forno Snyder.

2) — Il forno ad arco indiretto, del quale gli esempî che hanno dato i migliori risultati sono il forno Rennerfelt e quello Detroit.

3) — Il forno verticale a induzione ad anello, di cui il tipo più noto e che ha dato i migliori risultati è quello Ajax-Wyatt.

4) — Il forno a resistenza granulare, di cui l'unico esempio è il tipo Baily.

Il forno a induzione Ajax-Wyatt è il più conveniente per quanto riguarda il consumo di energia e le spese di esercizio; non richiedendo l'impiego di elettrodi, esso favorisce inoltre un perfetto miscuglio della carica, permette una perfetta regolazione della temperatura e rappresenta il carico elettrico più uniforme. Esso presenta per contro gli inconvenienti che deve essere caricato o avviato con metallo fuso dopo un'interruzione, e non è quindi adatto per funzionamento intermittente, e che non si conosce fino ad oggi nessun rivestimento refrattario che resista all'azione di leghe contenenti più del 3% di piombo.

Il forno ad arco diretto, di cui il tipo Snyder è quello impiegato nelle industrie dei metalli non ferrosi, è applicabile soltanto per i bronzi propriamente detti o leghe simili contenenti 5% o meno di zinco. Il vantaggio principale di questo tipo consiste nel fatto che esso può essere impiegato col caricamento meccanico, ed ha un grande rendimento con limitato consumo di energia.

Il forno Rennerfelt o qualunque altro forno ad arco fisso o indiretto, è il meglio adatto per leghe con basso tenore di zinco; il massimo è stato fissato da Gillett in 10%, quantunque siano state fuse con questo forno alcune leghe contenenti 22% senza forti perdite del metallo. Il forno Rennerfelt è impiegato nella zecca degli Stati Uniti per la fusione di cupro-nickel, bronzo e argento, e il suo consumo di energia è abbastanza basso.

Il tipo oscillante di forno ad arco indiretto, di cui l'esempio più notevole è il forno Detroit, ha preso grande sviluppo in America poichè è applicabile per leghe con qualunque tenore di zinco, ha un basso consumo di energia, può essere caricato meccanicamente, e mescola la carica in modo molto efficace. I suoi inconvenienti sono che deve essere alimentato con corrente monofase, e che gli elettrodi si rompono facilmente se il forno è affidato a personale poco pratico; quest'ultimo inconveniente però è comune a tutti i forni ad arco.

Per le trafilerie che impiegano ottone, i forni ad arco diretto e indiretto non sono adatti perchè darebbero eccessive perdite di zinco; il tipo di forni ad induzione è invece inadatto per le fonderie e le officine in cui vengono trattate leghe ricche di piombo oppure occorrono frequenti cambiamenti di composizione.

Si vede quindi che il tipo di forno da impiegare è principalmente determinato dalla lega o dal metallo che si deve produrre, e nella scelta del tipo più adatto ai bisogni e alle esigenze di ogni singolo caso occorre tener conto dell'esperienza fatta in proposito. Anche la questione del costo dell'energia ha la sua importanza, e dove si può disporre di energia a buon mercato si potrà scegliere il tipo di resistenza granulare a preferenza del tipo ad arco, che ha migliore rendimento, in vista dell'economia derivante dall'assenza di elettrodi. I fabbricanti di bronzo che prendono l'energia da una piccola centrale possono essere obbligati a scegliere il forno ad arco bifase fisso Rennerfelt invece del forno monofase oscillante Detroit, poichè non è possibile fornire economicamente corrente monofase ad un unico utente.

Le cifre della tabella I sono date da Gillett per la produzione e il consumo di energia dei varî forni sopra menzionati, impiegati per la fusione di ottone e di bronzo. Esse rappresentano valori medî, ed hanno grande valore perchè sono desunte dai risultati ottenuti nelle fonderie nelle quali i forni sono in servizio. Come si vede il consumo di energia varia molto da un tipo all'altro, e per uno stesso tipo il rendimento cresce colle dimensioni.

Poichè la spesa per l'energia rappresenta una parte preponderante nella spesa di esercizio dei forni elettrici per la fusione di ottone e di bronzo, si deve fare ogni sforzo per mantenere il forno continuamente occupato nel fondere metallo, anche se esso funziona con un solo turno di otto o dieci ore al giorno. Inoltre per raggiungere la massima economia di energia occorre determinare sperimentalmente il minimo consumo di energia occorrente per ciascun peso e tipo di carica, e interessare il personale a non superare tale minimo nel pratico funzionamento. Occorrerà a tal uopo munire ciascun forno de-

gli apparecchi occorrenti per registrare i chilowatt-ora impiegati, e poichè le perdite di calore attraverso le pareti del forno e gli elettrodi sono pressochè costanti, quanto maggiore sarà la potenza fornita al forno, tanto maggiore sarà il suo rendimento come apparecchio di fusione.

TABELLA I.

Tipo del forno	Potenza richiesta kW	Carica di metallo Kg.	Prodotto giornaliero in tonnellate		Consumo di energia in kW-ora per tonnellata	
			10 ore	24 ore		
1. Ajax-Wyatt (ottone)	30 60	136 272	1 ÷ 1,5 2,5 ÷ 3	3 ÷ 3,5 6 ÷ 7	325 275	267 218
2. Baily . . (ottone)	105	363 ÷ 680	2,5 ÷ 3,5	6 ÷ 10	475	338
3. Snyder . (bronzo con Pb. per cuscinetti)	100 300	272 908	1,75 —	— 12 ÷ 18	380 —	— 290
4. Rennerfelt (ottone, bronzo e metallo per cuscinetti)	100 125 300	227 454 908	1,5 2 ÷ 2,5 —	— 7 ÷ 10 10 ÷ 16	475 400 —	— 350 325
5. Detroit oscillante (ottone)	40 225 300	57 590 908	0,75 3,5 6 ÷ 7	— 8,5 16 ÷ 20	400 332 287	— 262 237

E. C.

IDRAULICA.

Irrigazione e forza motrice in Puglia. — Di questo argomento il Cav. Oronzo Valentini, Segretario della Commissione Reale per le irrigazioni, ha trattato in una dotta conferenza alla Società Operaia di Mutuo Soccorso in Lecce illustrando i progetti destinati a dare acqua alle campagne riarse e pure suscettibili della più feconda produzione della Puglia.

Accennato ai grandiosi progetti di sbarramento dei fiumi Fortore, Biferno e Bradano destinati a rendere irrigui 120 mila ettari di terreno delle provincie di Foggia, Bari e Lecce, il conferenziere si sofferma con più obbiettivi intenti di realtà alle meno grandiose ma più attuabili utilizzazioni delle sorgenti esistenti lungo il litorale della penisola Salentina. Il sollevamento delle acque della bonifica tra Torre Specchia, Ruggeri e Torre Rinalda ottenuto economicamente accoppiando alle idrovore le pompe di sollevamento per irrigare 1700 ettari di terreno. Le derivazioni dai fiumi Idume ed Acquatima per irrigare 7000 ettari di terreno creando altresì 2000 HP di potenza per l'azionamento delle idrovore. La derivazione, sempre mediante pompe della Sorgente Chidro presso Manduria, delle sorgenti presso Taranto: il progetto della Società Agricola Lombarda per la masseria Apani, presso Brindisi, quello dell'Ing. Cruciani per la tenuta Maime del Principe Orsini presso S. Pietro Vernotico; il progetto dell'Ing. De Raho per la tenuta Mater Domini dello stesso proprietario.

Il conferenziere illustra infine brillantemente il concetto di valorizzare l'agricoltura della Puglia dando alle messi l'acqua delle sorgenti che pullulano nel sottuosuolo a mezzo di pompe di sollevamento, chiamando a questo scopo altamente nazionale e patriottico le iniziative idroelettriche; e chiude invocando un provvedimento statale che acceleri il trasporto nelle Puglie delle ingenti forze idroelettriche delle valli Silane e della valle dell'Agri.

La brillante comunicazione ha un valore speciale emanando da uno dei più colti Funzionarî del Ministero di Agricoltura, Segretario della Commissione reale per le irrigazioni; è un indice confortante dell'atteggiamento fattivo del Governo in questioni di così vitale importanza e non è a dubitare che la valorosa crociata, come ha trovato l'unanime consenso degli enti pubblici locali possa contare anche sull'appoggio volonteroso dei nostri Istituti bancarî.

g. g.

MATERIALI.

L'esame della porosità della porcellana elettrica per mezzo della fucsina. - (R. G. E., 1-1-21). — La porosità della porcellana elettrica rappresenta un grave difetto, specialmente per tensioni superiori a 20 000 Volt; un metodo semplice per determinarne il valore è quindi molto importante. Una soluzione di tintura di fucsina in alcool metilico costituisce un mezzo efficace ed economico per eseguire tale prova, alla quale viene sottoposta una certa percentuale di pezzi non verniciati, all'uscita dal forno. Questi pezzi vengono spezzati in frammenti di grandezza determinata, e posti in un recipiente contenente la soluzione. Si applica per due ore una pressione di 14 Kg per cmq. Il minimo difetto viene rivelato da una penetrazione di qualche millimetro. Una grande porosità determina una penetrazione che giunge fino a 5 cm di spessore.

E. C.

*

Nuovo processo di vulcanizzazione della gomma. - (Engineering 4-2-21). — Nel processo originale di vulcanizzazione, realizzato nel 1839 da Goodyear, la gomma viene immersa nello zolfo fuso oppure mescolata con zolfo e poi riscaldata o esposta all'azione di vapore surriscaldato sotto pressione a circa 140° C. Il processo ha da allora subito poche varianti nelle sue linee generali, quantunque esso imponga al fabbricante gravi limitazioni per quanto riguarda la scelta delle sostanze di riempimento e di colorazione. Infatti i composti organici e i colori derivati dal catrame non resistono all'azione del vapore a 140° C in presenza dello zolfo, e quindi il fabbricante deve limitarsi ai colori minerali e alle sostanze inorganiche, come l'argilla, la barite, la farina fossile, etc.

Un nuovo processo di vulcanizzazione, dovuto a S. J. Peachey e A. Skipsey, è stato recentemente descritto dai suoi inventori alla Sezione di Manchester della Society of Chemical Industry. E' noto da molto tempo che i due composti gasosi di zolfo, il biossido di zolfo SO_2 e il solfuro di idrogeno H_2S si decompongono reciprocamente producendo zolfo e acqua. Peachey e il suo collega osservarono che quando questa reazione avviene in contatto con la gomma o nella gomma stessa, lo zolfo liberato allo stato atomico si combina con la gomma e la vulcanizza a freddo. Lo zolfo ha tendenza alla polimerizzazione, e questa, che è ostacolata dal calore, pare che sia essenziale per la vulcanizzazione. Non si ottiene invece nessun buon risultato mescolando con la gomma lo zolfo preparato con questo metodo, dopo la sua deposizione. Ed infatti la presenza di zolfo libero, che è sempre contenuto nel solfuro di antimonio (colore rosso impiegato per la gomma) e nell'oltremare, è dannosa al nuovo processo. Nel trattamento a secco si espone anzitutto la gomma al SO_2 in una camera chiusa, e poi si espone per breve tempo all'aria affinchè il SO_2 semplicemente aderente possa svolgersi dalla superficie. Si tratta quindi la gomma in un'altra camera con H_2S per circa 30 minuti. Non occorre alcuna speciale operazione di asciugamento per allontanare l'acqua che si forma, la quale del resto non è mai molta, poichè per la vulcanizzazione è sufficiente 2,5 per cento di zolfo. La vulcanizzazione ottenuta con questo processo è perfettamente duratura e si estende a tutta la massa della gomma trattata, in modo che questa non perde la vulcanizzazione sotto l'azione di soluzioni alcaline a caldo, come avviene per gomme vulcanizzate con altri sistemi nelle quali la vulcanizzazione è limitata alla superficie.

Nel trattamento umido il SO_2 viene sciolto nel benzolo e il H_2S rimane gasoso.

Il nuovo processo non è stato finora applicato per pezzi di forte spessore; esso è però un processo rapido e che permette l'impiego di delicate materie coloranti organiche e di materiali di riempimento come resina, gomme e simili.

Un'altra caratteristica tecnica notevole di questo processo è che con esso si può vulcanizzare la gomma in soluzione. Se si scioglie la gomma nel benzolo o nella nafta e si tratta la soluzione prima con H_2S gasoso e poi con SO_2 sciolto negli stessi solventi, il liquido si rapprende in pochi minuti in una densa gelatina; facendo evaporare l'eccesso di solvente, rimane la gomma vulcanizzata. Si possono così, per es., applicare alle calzature suole o tacchi di gomma senza bisogno di cuciture o di chiodi, ottenendo una durata superiore a quella del cuoio.

E. C.

TRAZIONE E PROPULSIONE.

Nave a propulsione elettrica. — Da un articolo di James A. Helley sul Marine Eng. di Dicembre 1920, p. 949, togliamo alcune notizie sul « Cuba », prima nave da passeggeri a propulsione elettrica, costruita dalla Morse Dry Dock di Brooklyn, ed equipaggiata, per le macchine, dalla General Electric Co. di Schenectady. Il suo dislocamento è di 3580 tonn. e la velocità di prova 17,28 nodi (1 nodo = 1852 m), con una potenza di 2200 kW. Limitandoci all'impianto motore, rileviamo che le quattro caldaie per combustione ad olio, con tiraggio forzato e vapore surriscaldato,, alimentano un turboalternatore che dà corrente trifase a un motore sincrono; due eccitatrici forniscono corrente continua per l'alternatore, per il motore e per i servizi di luce e macchine ausiliarie. Il macchinista mediante due leve può rispettivamente invertire il moto e variare la velocità. Nell'avviamento il motore funziona come motore ad induzione, senza campo magnetizzante a corrente continua; quando è per raggiungere la velocità di regime, si dà l'eccitazione e il motore funziona da sincrono. Nell'inversione, esso è automaticamente connesso così da agire da generatore rinviando corrente al turbo-generatore che funziona senza campo, agendo da freno elettrico sul motore e portando il propulsore press'a poco al riposo. Allora il motore torna a funzionare come motore ad induzione per avviare il propulsore in senso contrario, e, finalmente, come motore sincrono.

Il turbo-generatore, di tipo orizzontale, ad azione e alta pressione, costruito dalla General Electric., è da 2460 kW, a 3000 giri e sviluppa 1100 V e 1234 A. Il motore principale è da 2200 kW, 1150 V e 1180 A a 50 periodi, con ventilazione forzata. I due turbo-generatori per eccitazione e illuminazione sono da 150 kW, 250 V e 600 A. La corrente per la radio è data da un gruppo motore generatore da 1/2 kW, 120 V, 500 periodi. Una dinamo di riserva per la luce è mossa da un motore a petrolio. Tutte le macchine ausiliarie di coperta, fornite dalla American Engineering Co di Philadelphia, sono mosse elettricamente.

c. m. a.

:: Note Economiche, Finanziarie e Politiche ::

A proposito dell'aumento di prezzo dell'energia.

Il recente decreto, di cui fu pubblicato il testo nello scorso numero, era atteso da tempo, e da tempo ne era riconosciuta la necessità. Come fu accennato nelle note editoriali, si può solo temere che il provvedimento sia giunto un po' in ritardo e che perciò, esso possa fornire nuova esca alla campagna da più parti intrapresa contro gli esercenti. Si è voluto, col Decreto, correggere un errore ed una ingiustizia; ma forse, troppo tardando, si è nuovamente errato.

Volgendosi indietro a questi passati anni di terribile crisi si deve infatti riconoscere lealmente come uno dei maggiori errori del Governo, sia stato quello di impedire che il prezzo dell'energia elettrica seguisse il progressivo svalutamento del danaro, adattandosi alle leggi economiche naturali. Si è forse voluto evitare l'impressione sfavorevole che, mentre l'energia elettrica era tanto necessaria alle industrie di guerra, gli esercenti sfruttassero a loro vantaggio la diminuita concorrenza dell'energia termica; ma non si è riflettuto che tutte le altre materie prime, pure altrettanto necessarie alle industrie di guerra, continuavano ad aumentare liberamente di prezzo, in relazione su per giù coll'aumentato costo del carbone, e senza che nessuno trovasse particolarmente immorale la cosa. Vero è che l'aumento di costo dell'energia idroelettrica nei primi anni di guerra fu realmente poco sensibile, perchè gli impianti erano già fatti ed aumentavano solo — e non in grande misura, — le spese di manutenzione e di esercizio. Ma anche quando, negli ultimi tempi della guerra, e nel dopo guerra, tali spese accessorie, subirono il vertiginoso rincaro che tutti sanno, il prezzo dell'energia elettrica *dovette* rimanere ancora immutato a tutto vantaggio delle altre industrie che videro così diventare evanescente il prezzo dell'energia in confronto di tutte le altre spese vive e in confronto sopratutto dei prezzi di vendita. Questo singolare «altruismo» a cui furono condannati gli esercenti imprese elettriche, avrebbe almeno dovuto procurare ad essi qualche simpatia, se non proprio l'aureola del martirio. Invece, appena cominciò a delinearsi la inevitabile deficienza di energia idroelettrica, si è gridato da ogni parte il *crucifige* contro gli esercenti, accusandoli di egoismo, di imprevidenza e simili. Noi, che non siamo nè industriali nè esercenti, crediamo di poter onestamente dire una parola in difesa dei secondi. Senza dubbio, *se avessero potuto essere profeti*, i nostri esercenti avrebbero subito affrontato, nei primi tempi della guerra, e nonostante le notevoli disponibilità di energia che allora avevano, l'esecuzione dei nuovi impianti di cui avevano pronti i progetti. Li avrebbero potuti avere in funzione sulla fine del 1917 ancora a prezzi che oggi parrebbero ottimi. Ma chi può far colpa ai condottieri delle nostre imprese elettriche di non essere stati profeti? E' proprio il caso di dire che solo chi non abbia errato nel prevedere durata e conseguenze della guerra, possa scagliare la prima pietra! Meno di tutti il Governo e le sue amministrazioni che se, fra l'altro, avessero spinti per es. i lavori di elettrificazione già in progetto, li avrebbero già, a quest'ora, potuti ammortizzare. Ma è fuori di dubbio che se il prezzo dell'energia elettrica avesse potuto liberamente seguire le oscillazioni del mercato, assai di più si sarebbe fatto per lo sfruttamento di nuove energie idrauliche; come non sarebbero mancate le nuove case, se il mercato degli affitti fosse stato libero; come si sarebbe realmente intensificata la produzione nazionale del frumento se i coltivatori avessero potuto venderlo al suo giusto valore. Invece, il primo, timido, provvedimento per ristabilire l'equilibrio fra costo e prezzo dell'energia elettrica si ebbe nel novembre 1919 con quel Decreto N. 2264 che consentiva un aumento del 25% quando la lira valeva già sì e no 25 centesimi! Col decreto odierno, che consente un aumento del 50% sul prezzo già aumentato del 25%, si giunge a prezzi che non sono ancora il doppio dell'anteguerra, mentre l'energia termica costa ancora per lo meno il decuplo e il costo medio della vita è ancora da 4 a 5 volte quello dell'anteguerra. In più il Decreto consente, per le forniture di oltre 100 kWatt, una nuova revisione dei contratti (la prima revisione fu accordata dal D. L. N. 2264) senz'altra limitazione che il criterio delle Commissioni arbitrali. La prima revisione, per quanto ci consta, si è svolta in generale senza grandi attriti e, in media, le Commissioni arbitrali non hanno dovuto molto intervenire (ci consta che per es. in Lombardia, non vi furono che pochi ricorsi e di minima importanza): nuova prova della ragionevolezza degli esercenti e anche degli industriali. Ma temiamo che questa nuova revisione debba riuscire alquanto più aspra. Non è quando, poco o tanto, la famosa ondata del ribasso comincia a far sentire anche da noi i suoi effetti, non è quando già si trova carbone a meno di 350 lire, e quando, sopratutto, si delinea una crisi generale delle industrie manifatturiere, che sarà facile persuadere gli utenti a nuovi sensibili aumenti di prezzo dell'energia! Si aggiunga che molte delle revisioni effettuate in seguito al Decreto 1919, sono appena ora giunte in porto, talchè il vedersi chiedere un aumento rispetto ad un accordo appena stipulato non può fare che una impressione assai sgradevole.

Eppure è da augurarsi che una via d'accordo possa trovarsi, e che possa presto raggiungersi l'equilibrio economico fra prezzo e costo, se si vuole che un nuovo rapido impulso nelle costruzioni di nuovi impianti tolga il ripetersi in avvenire delle penose condizioni di questi passati mesi di magra invernale, ed elimini quel malcontento che serpeggia fra gli utenti e che costituisce un terreno molto propizio per la mala pianta della statizzazione che taluni vorrebbero seminarvi.

★

Abbiamo detto che il prezzo politico dell'energia elettrica è stato uno dei maggiori errori del Governo nei riguardi dell'industria elettrica, ma non il solo: l'altro fu, secondo noi, il decreto sul sovraprezzo per l'energia termica. Il principio informatore del provvedimento fu giusto: far concorrere direttamente gli utenti all'onere derivante dai prezzi fantastici raggiunti dal carbone fossile; ma fu senza dubbio poco felice il procedimento adottato e forse anche la misura della parte di onere lasciata all'esercente.

Innegabilmente il problema era arduo e non era certo possibile tener equamente conto di *tutti* i suoi elementi; ma qualche cosa di meglio nel senso di evitare l'impressione che l'utente sia in proposito alla mercè dell'esercente, si sarebbe dovuto fare. Ci sono, è vero, le commissioni prefettizie che dovrebbero salvaguardare i diritti degli utenti; ma in pratica esse non possono che sanare i conti presentati dagli esercenti fidandosi della loro buona fede. Le commissioni dovrebbero, difatti, per un serio controllo, verificare: la quantità di carbone mensilmente bruciato, i relativi contratti d'acquisto, le spese di trasporto, il numero dei kW-ora prodotti termicamente ed il numero dei kW-ora complessivamente venduti! Per taluni di questi elementi e segnatamente per l'ultimo, che ha influenza capitale per l'entità del sovraprezzo, gli stessi esercenti devono ricorrere a dei computi approssimati, a delle vere induzioni, e nessuno saprebbe fare loro torto se, in tali computi, essi tendono a premunirsi in modo da non errare a proprio danno. Il problema si è poi ulteriormente complicato per il fatto che molte Società esercenti hanno introdotto nei contratti di fornitura delle clausole proprie più o meno diverse dalla formula governativa le quali obbligano ad ulteriori computi di ragguaglio.

Con simile provvedimento, non solo si fanno contribuire alle spese di carbone anche quegli utenti che per particolari condizioni non utilizzano presumibilmente energia termica, (ingiustizia questa praticamente inevitabile), ma viene a gravare esclusivamente sull'utente anche la eventuale inabilità dell'esercente nei suoi acquisti di carbone e la eventuale cattiva condotta degli impianti termici! Se l'esercente prova di aver consumato anche più di 2 Kg di carbone per kWh prodotto termicamente (laddove in un impianto ben condotto potrebbero bastare 1500 grammi) l'utente deve pagare. Ma sopratutto il provvedimento ingenera la persuasione (o per lo meno il dubbio) negli utenti che l'esercente possa facilmente sottrarsi al suo contributo nella spesa di carbone. Col carbone a 800 lire, come si ebbe per molti mesi, può bastare una variazione anche piccola nel sovraprezzo risultante per coprire completamente l'esercente. Per chiarire la cosa con un esempio, si supponga una società che in un mese abbia prodotto un milione di kWh termicamente, bruciando 1700 Tonn di carbone a L. 800 la tonnellata, con una spesa cioè di 1 360 000 lire. A suo carico, secondo il decreto, devono essere 12 cent. per kWh, ossia: 1 000 000 × 0,12 = 120 000 lire, cosicchè la spesa da ripartire fra gli utenti risulta di 1 360 000 — 120 000 = 1 240 000. Se l'energia totale distribuita nel mese è di 10 milioni di kWh risulta un sopraprezzo di cent. 12,4 per kWh. Se appena, per l'incertezza di tanti computi, la cifra viene arrotondata in 13 cent. la Società viene rimborsata di 1 300 000, rimanendo, a suo carico solo 60 000 lire in luogo delle 120 000 che dovrebbe addossarsi.

Infine — e non è questo il guaio minore — il decreto sul sovraprezzo, limitando per l'esercente in ogni caso a 12 cent. la spesa per combustibile per ogni kWh prodotto termicamente, ha senza dubbio indotto gli esercenti a valersi delle loro centrali termiche esistenti, piuttosto che a spingere i lavori per i nuovi impianti idroelettrici il cui costo capitale doveva in questi anni ragguagliarsi almeno a una lira al kW-ora.

★

In conclusione i provvedimenti governativi hanno sempre, in un modo o nell'altro nociuto agli esercenti. Prima, obbligandoli a vendere l'energia elettrica ad un prezzo assai inferiore al suo valore, poi, concedendo giustamente ad essi di far concorrere gli utenti alle spese per carbone, ma in una forma che non li ha certo messi in buona luce; oggi, ancora, consentendo troppo tardi un aumento di prezzi che sarebbe passato senza contrasti ancora un anno fa! La situazione si presenta senza dubbio assai critica per gli esercenti e per il Paese, ed è da augurarsi che i primi sappiano superare la crisi con l'avvedutezza e, diciamo pure, col senso di civismo che li contraddistingue. Guai se il malumore di molti utenti dovesse generalizzarsi, e dovesse favorire le iniziative statizzatrici dei politicanti! Vedremmo l'industria elettrica, gloria

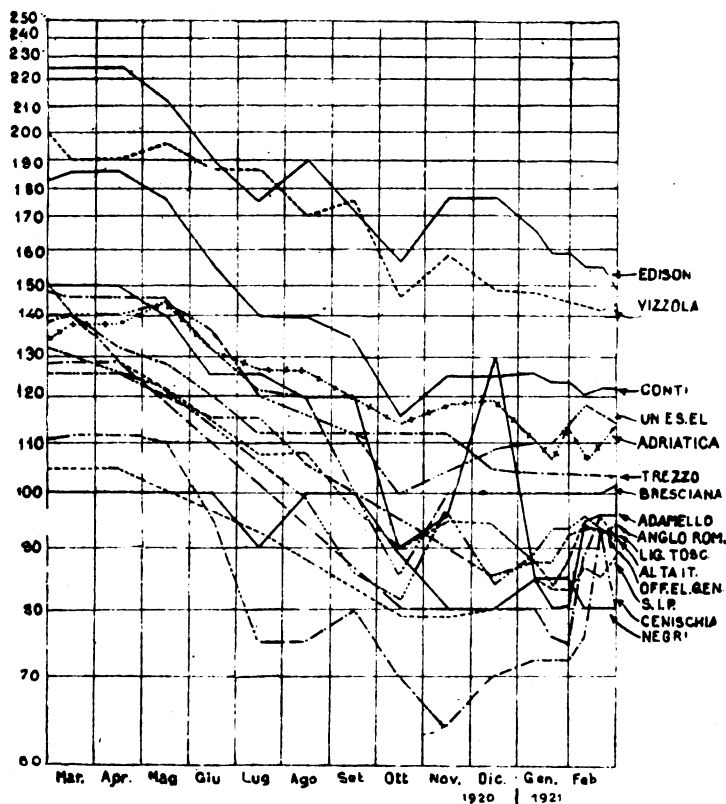
d'Italia, cadere nel baratro della disorganizzazione e della rovina economica in cui l'hanno preceduta i telefoni, le poste e le Ferrovie. *Spectator.*

Troppo tardi per poter essere pubblicata in questo numero, ci perviene la Rassegna Mensile *di Marzo con la quale il Collega Civita conta riprendere regolarmente la sua tanto apprezzata collaborazione. Essa comparirà naturalmente, nel prossimo fascicolo.*

N. d. R.

★

Quotazioni dei titoli interessanti l'elettrotecnica (dal marzo 1920 al febbraio 1921).

Le ordinate del diagramma danno il valore percentuale dei diversi titoli rispetto al loro valore nominale di emissione. Così, per es. per un titolo emesso a L. 250 e quotato a L. 325, il diagramma dà il valore $\frac{335}{250} \times 100 = 134\%$.

DELIBERAZIONI DEL CONSIGLIO SUPERIORE DELLE ACQUE DAL 1° GENNAIO 1921 □ □ □

ADUNANZA DEL 4 GENNAIO 1921.

COMITATO PERMANENTE.

Concessione in via di sanatoria di derivazione dalla fiumana di Serrastretta alla Soc. An. Sies HP 33,50 (Catanzaro) Parere favorevole.

Ammissibilità ad istruttoria della domanda della ditta Enrico de Capua per derivazione dal fiume Biferno incompatibile con altre già ammesse ad istruttoria HP 500 (Campobasso) Parere favorevole nel caso risulti negativa istruttoria domande concorrenti.

Circa le domande di derivazione dal fiume Liri delle ditte Ippolito e Angelo Mancini. Ammissibilità ad istruttoria concessione precaria (Caserta) Parere favorevole.

Concessione alla ditta Ottavio Petrucci di derivazione dal fosso Cecchignola Mod. 0.20 Ea. 22 (Roma) Parere favorevole.

Autorizzazione ripristino derivazione alla ditta Angelino dal fiume Sesia o ammissibilità ad istruttoria della domanda Celso Gianoli per variante alla derivazione dal Sesia HP 75 (aumento) (Novara) Parere favorevole.

Proroga alla Società Ansaldo & C. dei termini per la presentazione del progetto esecutivo relativo alla derivazione dalla Dora di Nivolet e Savarre (Torino) Parere favorevole.

Domande di riconoscimento del diritto d'uso delle acque del torrente Mastellone (Roggie Scarpiola, Doraggia, Piazzarolo, Bersano) (Novara). Parere favorevole.

Ammissibilità ad istruttoria della domanda del comune di Sannicandro Garganico per derivazione dal Fortore HP 7076,60 (Foggia Campobasso) Parere sospensivo.

Proroga alla ditta Bruno Cilione dei termini per la ultimazione dei lavori relativi alla derivazione dal torrente S. Pietro (Reggio Calabria) Parere favorevole.

Proroga alla ditta Jean Varraud dei termini per la esecuzione dei lavori relativi alla derivazione dal Serchio (Lucca) Parere favorevole.

Riconoscimento alla ditta Palma di Jorio in Cristofano del diritto di uso delle acque del torrente Fiuma e Querciacupa HP 154 (Campobasso) Parere favorevole pel molino e non per l'irrigazione.

Riconoscimento alla ditta Donato De Federico del diritto d'uso delle acque del fosso Zingaro affluente del Cervaro (Vomano) HP 7,76 (Teramo) Parere favorevole.

Autorizzazione inizio lavori relativi alla derivazione del torrente Degano chiesta dalla Deputazione Provinciale di Udine (Udine) Parere favorevole.

Autorizzazione provvisoria inizio lavori relativi alla derivazione del torrente Lumier e Navarra chiesta dalla Coop. Carnica di Credito e Deputazione provinciale di Udine. Parere favorevole.

Riconoscimento alla ditta Giuseppe Liberatore del diritto d'uso delle acque del fiume Sangro HP 37 (Campobasso) Parere favorevole.

Riconoscimento alla ditta Luciano Delfico del diritto d'uso delle acque del fiume Saline HP 32 (Teramo) Parere favorevole pel molino e non per l'irrigazione.

Proroga alla ditta Giovanni Velati dei termini per l'inizio dei lavori relativi alla derivazione dal torrente Vevera (Novara) Parere favorevole.

Concessione alla Società Anonima Torinese di Colla e Concimi per scarico acque di rifiuto nel canale del R. Parco (Torino) Parere favorevole.

Circa l'abbuono dei canoni alla ditta Carlo De Betta della concessione dal torrente Padola (Belluno) Parere di esonero solo pel 1918.

Riconoscimento alla ditta Costanza D'Angelo e Maria Colomba del diritto d'uso delle acque del torrente Cervaro HP 789 (Teramo) Parere sospensivo.

Autorizzazione provvisoria alla ditta Pedrozzi Martinelli e Vairetti per inizio lavori derivazione dal torrente Tartano (Sondrio) Parere favorevole.

Autorizzazione esecuzione opere relative alla variante per derivazione dal fiume Serio e Sedonia chiesta dalla ditta Crespi & C. (Bergamo) Parere favorevole.

Concessione alla ditta Redaelli & C. di derivazione dal torrente Chignola mod. 0,15 (Como) Parere favorevole.

Concessione alla ditta Francesco Puntillo di derivazione dal torrente Cotola HP 24 (Catanzaro) Parere favorevole.

Concessione alla Ditta Francesco Puntillo per derivazione dal Cortale HP 58,67 (Catanzaro) Parere favorevole.

Concessione alla Società Juta di derivazione dal torrente Lemme HP 224 (Alessandria) Parere favorevole.

Concessione alla ditta Confalonieri di ampliamento di derivazione dal colatore Agognetta (Pavia) Parere favorevole.

Dichiarazione d'urgenza ed indifferibilità lavori derivazione dal torrente Troncone Loranco alla Società Edison (Novara) Parere favorevole.

Riconoscimento a Ravignani (ora Fantoni) del diritto d'uso di irrigazione delle acque dell'Adige 1" 20 Ea. 7.33,70 (Verona) Parere favorevole.

Proroga del termine per la presentazione del progetto definitivo della derivazione dal Parina concesso alla Società Elettrica Bergamasca (Bergamo) Parere favorevole.

Ammissibilità ad istruttoria della domanda del Sindacato Fiorentino per derivazione dal fiume Arno in concorrenza con quella della Società Mineraria Elettrica di Valdarno HP 41 500 (Arezzo) Parere favorevole.

Proroga alla presentazione del progetto della derivazione concessa alla ditta Aldi dal torrente Para, Parere favorevole.

ADUNANZA DEL 29 GENNAIO 1921.

COMITATO PERMANENTE.

Proroga alla ditta Serafini Marini & C. dei termini per la presentazione del progetto relativo alla derivazione dal Potenza (Macerata) Parere favorevole.

Proroga alla ditta Marco Picchetto del termine per la ultimazione dei lavori relativi alla derivazione dal Chiebba (Novara) Parere favorevole.

Concessione (rinnovazione) alla ditta Francesco Bologna di derivazione dal torrente Parce a scopo di colmata Ea. 45 (Siena) Parere favorevole.

Riconoscimento alla ditta Giuseppe e Leonardo Cimino del diritto d'uso delle acque del torrente Corignialeto HP 44,8 (Cosenza) Parere sospensivo.

Modifiche al disciplinare relativo alla concessione di derivazione d'acqua dal torrente Isolona alla ditta Arata e figli HP 56 (Genova) Parere favorevole ad una modifica.

Concessione (rinnovazione) alla ditta Giuseppe Agamenone di derivazione dal rio Peschieto HP 2,58 (Perugia) Parere favorevole.

Concessione alla ditta Carlo Repetto di derivazione d'acqua dal torrente Piota HP 36,90 (Alessandria). Parere favorevole.

Concessione alla ditta Cesare Ricci Oddi di derivazione dal colatore Ancona Mod. 3 Ea. 300 (Milano) Parere favorevole.

Proroga alla Società Calabro Tirrena dei termini per la ultimazione dei lavori relativi alla derivazione dal torrente Fiume di Mare. Parere favorevole.

Concessione di variante alla ditta Cotonificio di Sondrio e Monza « Felici Fossati » della derivazione dal torrente Mallero HP 31,9 di aumento (Sondrio) Parere favorevole.

Proroga di termini alla Società Cesenate di Elettricità per lavori impianto lago di Quarto (Forlì) Parere favorevole.

Ammissibilità ad istruttoria delle domande concorrenti per derivazione dal fiume Sangro delle ditte Chiarrapico Ovidio

HP 949,50; Giorgina Croce Nanni HP 3175; Giorgina C. N. HP 733 (Chieti) Parere favorevole.

Riconoscimento alla ditta Principe Caracciolo di Santobono del diritto d'uso delle acque del fiume Foro HP 6 (Aquila) Parere favorevole.

Ammissibilità ad istruttoria della domanda della ditta Tosini Leopoldo per derivazione dal canale di forza motrice e beveraggio (derivato dal fiume Ombrone) (Grosseto) Parere contrario.

Concessione di variante alla ditta Cravetto Luigi alla derivazione in via di concessione dal torrente Chalame HP 127,30 di aumento (Torino) Parere favorevole.

Ammissibilità ad istruttoria della domanda Antonio Soldati in concorrenza di altre per derivazione dai torrenti Val Veni, Val Ferret e Dora di Courmayeur HP 36 846 (Torino) Parere favorevole.

Concessione alla ditta Varraud & C. di variante alla diga della derivazione dal torrente Lima (Lucca) Parere favorevole.

Concessione al comune di S. Giovanni in Castagna di variante alla derivazione dal torrente Gerenzone e proroga del termine per la presentazione del progetto della derivazione stessa e non attuata Mod. da 0.0633 a L. 10 (Como) Parere favorevole.

Ammissibilità ad istruttoria della domanda della ditta Dr. L. Oltolina per derivazione dal torrente Lambro ed affluenti in concorrenza con quella della ditta F. Morone HP 2000 (Como) Parere che sia ammesso solo per l'impianto superiore.

Riconoscimento alla Società Cartiere Meridionali del diritto d'uso delle acque del fiume Fibreno HP 1083,63 (Caserta) Parere favorevole.

Proroga alla Società Cartiere Meridionali alla ultimazione dei lavori relativi alla derivazione dal Liri Caserta). Parere favorevole.

Proroga alla Società Talco e Grafite Val Chisone dei termini per la presentazione del progetto relativo alla derivazione dal torrente Germanasca (Torino) Parere favorevole.

Riconoscimento di derivazione dal fosso Ghiaccio grande a d'Angelo Costanza e Colomba. Parere favorevole.

ADUNANZA DEL 17 FEBBRAIO 1921.

CONSIGLIO SUPERIORE.

Ammissibilità ad istruttoria della domanda della ditta Giuseppe Fiore per derivazione dal fiume Sesia HP 196 incompatibile con quella della ditta Galli e Cereia già istruita HP 379 e concessione a questa ultima (Novara) Parere favorevole per la ditta Galli.

Concessione in seguito all'esperita istruttoria alle sottoindicate ditte per derivazione dal torrente Mela:

Lodovico Merenda 1" 100; Comune di S. Lucia del Mela HP 663 e 1" 100 per irrigazione; Consorzio irriguo milazzese 1" 100; Calderoni & C. (Messina) Parere favorevole per tutte le ditte meno che per Calderoni & C.

Concessione alla ditta Ambrosini e La Russa di derivazione dal fiume Naro HP 2000 (Girgenti) Parere sospensivo.

Concessione in seguito alla esperita istruttoria per derivazione dal torrente Cenischia ed affluenti sulle domande della Soc. Forze Idrauliche del Moncenisio (3 impianti HP 5712-38 886-4197) di Vittorio Baggi HP 1397 di Minoli Boine e Pasquale HP 57,55 (aumento) (Torino) Parere favorevole per le Ditte Baggi e Società Forze idrauliche del Moncenisio.

Modifiche al disciplinare per la concessione dal Secchia ed affluenti alla ditta Amoretti e Vignoli (ora Banca Coop. Assoc. Agraria Parmense) (Reggio Emilia). Parere favorevole.

Concessione alla ditta Augusto Ballerio di derivazione dal torrente Emulo concessa alla Società Ferriere di Voltri (Brescia) Parere favorevole.

Concessione al Consorzio irriguo di Villareggia e della Società Baltea di derivazione dalla Dora Baltea HP 1984-1933 (Torino) Parere favorevole.

Concessione in seguito all'esperita istruttoria sulle domande per derivazione dal Farfa delle ditte: Alessandro Casini HP 4343; Raffaele Lenner HP 3794; Enrico Anagni & C. HP 6900 (Perugia) Parere favorevole per la ditta Anagni & C.

Concessione alla ditta L. Jacob & C. di derivazione d'acqua dal fiume Leno di Terragnolo HP 667-267-467 (Rovereto) Parere favorevole.

Concessione alla società Imprese Elettriche Conti di costruzione serbatoio di ritenuta delle derivazioni dal torrente Arbola (impianto di Goglio HP 11 831; impianto S. Martino HP 12 977 (Novara) Parere favorevole.

Concessione alla Società Italiana Ernesto De Angeli di derivazione dal torrente Strona HP 2183 (Novara) Parere favorevole.

Concessione alla ditta Arturo D'Aprile di derivazione dal fiume Aterno HP 410 (Aquila) Parere favorevole.

Dichiarazione urgenza e indifferibilità lavori derivazione dal Tirso alla Società del Tirso (Cagliari) Parere favorevole.

Concessione alla Società Industriale Italiana di derivazione dal fiume Tronto HP 13 353 (Ascoli) Parere favorevole.

Modifiche ai progetti per derivazione dal fiume Lemone chieste dalle ditte F. Ciampi e Soc. Adriatica di Elettricità. Memoriale della ditta Ciampi (Firenze) Parere sospensivo.

Concessione alla ditta Segrè di derivazione d'acqua dal fiume Elsa HP 436 (Siena) Parere favorevole.

ADUNANZA DEL 1° MARZO 1921.

COMITATO PERMANENTE.

Ammissibilità ad istruttoria della domanda 31 dicembre 1920 della ditta Giovanni Bellincioni per derivazione dai torrenti Liocca e Andrella in concorrenza con quelle Camisa e Soc. Emiliana di Elettricità HP 7115,38 (Reggio Emilia) Parere favorevole.

Concessione alla ditta Azelia Maggiori di derivazione d'acqua dal torrente Fonte di Mare Ea. 3 per bonifica ed irrigazione (Ascoli) Parere favorevole.

Concessione (rinnovazione) alla ditta Giovanni Arrigoni di estrazione di acqua dal Naviglio Grande once 3 (Milano) Parere favorevole.

Riconoscimento alla ditta Elmo Salvatore del diritto d'uso delle acque del torrente Gronde mod. 0.37 Ea. 37 (Cosenza) Parere sospensivo.

Riconoscimento alla ditta Fratelli Casiccio del diritto di uso delle acque del fiume Vigi HP 34,80 e 58 (Perugia) Parere favorevole.

Concessione alla ditta Luigi Mazzocchi di derivazione d'acqua dal torrente Borsa HP 16,35 (Genova) Parere favorevole.

Riconoscimento alla ditta Enrico Palmieri del diritto di uso delle acque del fosso Scandriglia (Perugia) Parere sospensivo.

Concessione di variante alla derivazione dal fiume Sangro della ditta Lalli e Fantini (Campobasso) Parere favorevole.

Concessione al Consorzio irriguo di Palazzolo Vercellese di derivazione d'acqua dal fiume Po per irrigazione di mod. 2,32 (Novara) Parere favorevole.

Riconoscimento alla ditta Giovanni De Toma del diritto d'uso e variante a piccola derivazione dal torrente Bagnola HP 2,91 + + 11,84 + 21.03 + 11.93 + 15.33 Variante aumento HP 50 (Novara) Parere favorevole al riconoscimento della variante.

Concessione (rinnovazione) alle Ferrovie dello Stato di derivazione d'acqua dal fosso Castagno mc. 250 a 400 giornalieri (Firenze) Parere favorevole.

Concessione alle ferrovie dello Stato di derivazione d'acqua dal fiume Elsa e autorizzazione provvisoria esecuzione lavori mc. 50 giornalieri (Firenze) Parere favorevole.

Proroga alla Società Elettrica Padana del termine per la ultimazione dei lavori relativi alla derivazione dal canale Naviglio Volano (Ferrara) Parere favorevole.

Proroga alla ditta Fr. Greco del termine per la ultimazione dei lavori relativi alla derivazione dal torrente Naso (Messina) Parere favorevole alla proroga di tre anni.

Concessione in via di sanatoria alla ditta Cecconi Getulio ed altri di derivazione dal fiume Bisenzio HP 31,7 (Firenze) Parere favorevole.

Concessione alla ditta Ettore Bocci (in via di sanatoria) di derivazione dal torrente Canfino HP 10 (Firenze) Parere favorevole.

Concessione (rinnovazione) alla ditta Collo Carlo di derivazione dal canale demaniale di S. Giovanni HP 37,60 (Torino) Parere favorevole.

Ammissibilità ad istruttoria della domanda 4 ottobre 1920 del Consorzio irriguo Letojanni, domanda incompatibile con quella Paguni già ammessa ad istruttoria 1.25 Ea. 7,65 (Messina) Parere favorevole.

Concessione alla società Elettrica di Barcis di derivazione d'acqua dal torrente Calteq e sorgente Buset, domanda 27 dicembre 1919 HP 27,44 (Udine) Parere favorevole.

Concessione al Sig. Antonio Brutti di Marmirolo di utilizzare un esistente dislivello lungo il canale Agnella HP 12 (Mantova) Parere favorevole.

Concessione al Sig. Oreste Papi per derivazione dal torrente Silla in Gaggio Montano HP 19,81 (Bologna) Parere sospensivo.

Concessione all'ing. Tullio Chemello per conto della ditta Bortolan e Figli per derivazione d'acqua dalla roggia Zubana HP 14,4 (Vicenza) Parere favorevole.

Domanda 14 ottobre 1920 del sig. Barra Francesco per proroga di termini alla concessione della derivazione dal fiume Tanaro (Cuneo) Parere favorevole.

Proroga di termini per presentazione progetto alla ditta Eredi Del Drago - torrente Treja (Roma) Parere favorevole.

Riconoscimento a S. M. la Regina Madre di Spagna per diritto d'uso di acqua dal rio S. Bartolomeo (Campobasso) Parere favorevole.

Riconoscimento di diritto d'uso e nuova concessione di derivazione dal vallone Rosso a Ditta Mazzeo Michele e Vincenzo HP 9,68 (R. Calabria) Parere favorevole.

Ammissibilità ad istruttoria della domanda 4 febbraio 1921 della ditta G. B. Ferrari per variante alla derivazione dal Ticino HP 18 708 invece di HP 13 335 in concorrenza con la domanda 15 marzo 1920 dell'Impresa elettrica dell'Isola (Pavia) Parere favorevole.

Circa l'ammissibilità ad istruttoria della domanda 17 dicembre 1920 della società Elettrica del Sannio per derivazione dal fiume Calore HP 412 in concorrenza con quella Silm Utili ed altri (Avellino) Parere sospensivo.

Concessione al comune di Cittiglio per derivazione dal torrente S. Giulio e Valfareda HP 82,32 (Como) Parere favorevole.

Concessione (rinnovazione) di derivazione dal torrente Varrone alla ditta Redaelli già Zanoletti (Como) Parere favorevole.

Concessione a Castelli Lorenzo di derivazione dal fosso Acqua Fredda HP 12 (Pavia) Parere favorevole.

ADUNANZA DEL 17 MARZO 1921.

CONSIGLIO SUPERIORE.

Ammissibilità ad istruttoria della domanda 2 agosto 1920 della ditta Adriano Bellagamba per derivazione dal fiume Esino incompatibile con quella dell'Azienda Elettrica Municipalizzata dello Esino HP 129 (Ancona) Parere favorevole.

Domanda dell'Azienda Elettrica Municipalizzata per subentrare al Consorzio Pro Dentino Esino nella sua domanda per

concessione di derivazione d'acqua dall'Esino e per ottenere la ripresa dell'istruttoria (Ancona) Parere che le domande del 916 e 903 si debbano respingere.

Concessione al Consorzio Pro Sentino di derivazione d'acqua dal fiume Esino ed affluenti Mod. 120 H. 90 HP. 14 400 (Ancona) Parere sospensivo.

Concessione alla ditta Francesco Mancini di derivazione d'acqua dal fiume Esino mod. 26,66 H. 10 HP 355 (Ancona) Parere favorevole.

Proroga alla Società Impresa Energia Elettrica di Jesi per ultimazione lavori derivazione dal fiume Esino (Ancona) Parere favorevole alla proroga di un anno.

Sovvenzione governativa alla società Impresa Energia Elettrica di Jesi per la potenza in aumento di quella derivazione accordata dal fiume Esino (Ancona) Parere favorevole alle 40 lire per l'aumento di potenza.

Approvazione variante alla diga per il serbatolo sul Tirso concesso alla Società Idroelettrica del Tirso (Cagliari) Parere favorevole.

Concessione al Corsorzio irriguo di Villareggia e della Società Baltea di derivazione dalla Dora Baltea HP 1984,88 e 1933,35 (Torino) Parere favorevole.

Concessione alla società Industriale Italiana di derivazione d'acqua dal torrente Castellano mod. 25 H. 267 HP 8900 (Ascoli) Parere favorevole.

Concessione alla Società Industriale Italiana di derivazione dal fiume Tronto HP 4759,73 (Ascoli) Parere favorevole.

Concessione Ing. A Nisco di derivazione dal fiume Sabato (Sorgenti di Serino) per derivazione ad uso industriale ed irriguo e concessione dei benefici delle recenti leggi sulla produzione di energia idroelettrica e sulla costruzione di serbatoi. Parere favorevole.

Concessione delle sovvenzioni di cui all'art. 50 e 51 del R. D. 9 ottobre 1919 alla Società Imprese idrauliche del Tirso per la costruzione del serbatoio sul Tirso. Parere favorevole.

ADUNANZA DEL 18 MARZO 1921.

CONSIGLIO SUPERIORE.

Varianti al disciplinare per la concessione alla Società Forze Idrauliche della Sila di derivazione dai fiumi Arvo, Neto e Garga HP 3000 (Cosenza) Parere favorevole.

Circa le domande concorrenti per derivazione dal fiume Serio ed influenti Goglio e Acqualina della Società Industrie Riunite Filati Ditta Maninetti e Società De Angelis (Bergamo) Parere contrario.

Domande concorrenti della ditta Fehl e Pittaluga per derivazione dai torrenti Tine, Marasso e Sturetta (Genova) Parere favorevole.

Ricorso della Società Generale Elettrica dell'Adamello in dipendenza della concessione di derivazione dal fiume Oglio. Decorrenza dei canoni (Brescia) Parere contrario.

Concessione in base all'esperita istruttoria sulle domande 15-7-909 e 21-10-910 della Società Forze Idrauliche Alto Scrivia; 30-6-918 Società Imprese Elettriche Conti; 8-7-918 ditta Agnoti Giuseppe; 13-3-919 della provincia di Alessandria per utilizzazione acqua del torrente Borbera (Alessandria) Parere sospensivo.

Ammissibilità ad istruttoria della domanda del comune di Roma per derivazione d'acqua fra Nera Montoro e la confluenza col Tevere (Perugia) Parere favorevole.

Circa le domande concorrenti 20-3-906 di Martino Ferrari, 14-3-908 di Carlo Tosana e 17 luglio 907 e 29-11-908 di M. Ferrari e della Soc. Adamello per derivazioni dagli influenti di sinistra dell'alto corso del fiume Oglio (Brescia) Parere favorevole all'ammissione ad istruttoria.

:: LIBRI E PUBBLICAZIONI ::

PUBBLICAZIONI RICEVUTE

ING. GAETANO IVALDI — *Le leggi della natura.* Opera in 7 volumi. Vol. I: *La vera teoria cinetica dei gas* - L. 5. — vol. II: *L'energia termica. Le leggi dei gas. L'equazione caratteristica dei gas e dei vapori.* - L. 5. — vol. III: *Le forze capillari* - L. 3 vol. IV: *Nozioni e formole fondamentali di termodinamica e di termochimica* - L. 5 — vol. V: *Le leggi delle soluzioni diluite e dei fenomeni chimici.* — vol. VI: *La falsità del secondo principio della termodinamica* - L. 4 (1914 - Stabilim. Tip. Ligure V. Morigi - Sampierdarena) — vol. VII: *La vera teoria eterea dell'elettromagnetismo* - L. 10. (Tipo-Litog. F. Reale, via P. Cristofoli, 3 - Sampierdarena).

LO STESSO — *Sull'applicazione dei principii di Galileo allo studio dei gas.* (Estratto dal « Bollettino Tecnico Ligure » n° 7 a 9 — Luglio-Settembre 1918 — Genova - Tipografia della Gioventù, 1918).

— *La Svezia. Sue industrie e sua esportazione.* - Volume rilegato in tela di 51 pagine con molte illustrazioni. (Stockholm, 1920 - Casa Editr. Associazione Tecnologi Svezia — Rivolgersi al Consolato di Svezia in Milano).

Associazione Elettrotecnica Italiana

Eretta in Ente morale il 3 Febbraio 1910

Consiglio Generale

Il programma della Nuova Presidenza.

Senza pregiudizio dei Verbali che saranno pubblicati a suo tempo, crediamo di dover pubblicare il programma di lavoro presentato dal nuovo Presidente Generale Ing. Del Buono, e favorevolmente accolto nella recente riunione del Consiglio generale.

a) FUNZIONAMENTO INTERNO DELL'ASSOCIAZIONE.

Il Presidente Generale ritiene che la massima cura debba porsi alla organizzazione tecnica delle Riunioni e Congressi annuali; è quindi necessario di coordinare e regolare le riunioni, fissando temi e stimolando e preparando le discussioni in modo da ottenere che si trattino questioni d'indole generale che permettano d'esprimere il parere ed i voti dell'Associazione Elettrotecnica Italiana sopra argomenti che pur rientrando nella nostra attività tecnica, abbiano legame stretto con questioni che interessano il nostro Paese.

Il Presidente Generale ritiene che debba essere stimolata l'attività delle Sezioni, e coordinato con uniformità di criterio il loro funzionamento, pur lasciando ad esse la maggiore iniziativa; ed ha ritenuto quindi opportuno di chiamare i Presidenti delle Sezioni ad una più intima collaborazione con la Presidenza Generale.

Per questi due scopi sono stati costituiti due Comitati:

1° — *Comitato - Riunioni e Congressi.*

Prepara le riunioni ed i Congressi, i temi da discutere e decide sull'accettazione delle memorie (che devono essere presentate 60 giorni prima del Congresso): prepara e coordina i materiali per le discussioni.

E' composto della Presidenza dell'Associazione e del Comitato di redazione del Giornale.

2° — *Comitato per promuovere i lavori delle Sezioni.*

Studia e coordina il funzionamento delle Sezioni, la loro attività ed i loro lavori: promuove la formazione di nuove Sezioni.

E' composto della Presidenza e da tutti i Presidenti delle Sezioni.

Di regola si riunisce prima del Consiglio Generale.

b) SOCI CORRISPONDENTI ALL'ESTERO.

E' necessario che la nostra Associazione prenda contatti con gli ambienti esteri allo scopo di far conoscere il nostro Paese ed in pari tempo di dare agio ai nostri tecnici di interessarsi di quanto si fa all'estero, in modo di avere conoscenza in tempo delle occasioni di poter partecipare anch'essi ad azioni cui possono intervenire i tecnici degli altri Paesi.

Per questo scopo si istituiscono i *Soci corrispondenti all'estero* nei principali centri industriali e intellettuali esteri i quali mantenendo i più stretti legami con la nostra Associazione, ci terranno al corrente dei principali avvenimenti tecnici e industriali del Paese in cui risiedono; ad essi potremo rivolgerci per informazioni; essi dovrebbero poi in tutte le occasioni far conoscere all'estero quanto si fa nel nostro Paese, ed a noi quanto avverrà d'importante nel Centro in cui risiedono, in modo da iniziare una corrente di rapporti tecnici fra i due Paesi.

I nostri Soci corrispondenti, sotto gli auspici della nostra Associazione entreranno in relazione con la nostra Ambasciata e la nostra Camera di Commercio all'Estero, e resteranno in continuo contatto con i Sodalizi locali.

In conformità a questo concetto si sono fatte trattative e già si ricevettero varie importanti adesioni.

c) COMITATO IDROTECNICO ITALIANO.

Essendo doveroso nel momento attuale partecipare intensamente allo studio dei nostri impianti idroelettrici, converrebbe che la nostra Associazione si metta alla testa del movimento, e prima che altri con minor competenza e con minor interesse di noi se ne occupi, ha pensato di costituire un organismo completo ed armonico che studi sotto ogni riguardo gli importanti problemi e che renda di pubblica conoscenza i nostri impianti che tutti riconoscono fra i migliori fatti e meglio funzionanti; detto organismo sarà il *Comitato Idrotecnico Italiano.*

Esso sarà un Comitato misto di elettrotecnici e di cultori d'idraulica applicata; ha per iscopo lo studio di tutte le questioni relative alla migliore utilizzazione delle forze idrauliche, la raccolta di dati ed elementi riguardanti gli impianti idroelettrici, la compilazione dei capitolati per turbine, tubazioni ecc., la formazione delle statistiche, la effettuazione di esperienze relative a particolari problemi idraulici, nonchè lo studio della legislazione riguardante le acque, le concessioni e la distribuzione dell'energia.

Infine raccoglierà sistematicamente e pubblicherà le descrizioni dei nostri impianti idroelettrici.

Questo Comitato al pari del Comitato Elettrotecnico è destinato a funzionare sotto il controllo dell'A. E. I. e si propone di intervenire nello studio delle questioni attinenti agli impianti idroelettrici e di servire come organo consulente delle pubbliche amministrazioni.

Per i fondi necessari si farà appello occorrendo ai soci ed agli Enti pubblici.

Il Comitato idrotecnico italiano sarà suddiviso nei seguenti Sotto-Comitati:

Sotto Comitato A — Statistiche tecniche
» » B — Impianti idroelettrici
» » C — Studi e ricerche sui coefficenti dei canali e delle condotte.
» » D — Trasporto e distribuzione dell'energia
» » E — Capitolati e Normali
» » F — Legislazione
» » G — Pubblicazioni e descrizioni impianti.

PUBBLICAZIONE IMPIANTI.

Il detto Comitato intraprenderà la pubblicazione degli impianti idroelettrici italiani con tanti fascicoli staccati quali supplementi del nostro giornale. Per la redazione dei quali si sta istituendo un apposito ufficio di redazione. Torneremo fra breve su questo argomento.

d) Allo scopo di poter intervenire nelle varie questioni, si costituiscono le COMMISSIONI PERMANENTI DI STUDIO.

1° — Istruzione tecnica e laboratori scientifici.
2° — Brevetti.
3° — Norme - impianti elettrici.
4° — Sovratensioni ed alta tensione.
5° — Comitato telefonico.
6° — Elettrofisica ed Elettrochimica.
7° — Applicazioni all'agricoltura.
8° — Radiografia e radiotelefonia.

e) PROVVEDIMENTI DIVERSI.

E' stata tenuta la prima seduta della Commissione pel lavoro delle Sezioni alle quali il Presidente Generale ha sottoposto le iniziative seguenti per eccitare l'attività delle Sezioni, iniziative che furono altresì approvate dal Consiglio Generale.

1° — Istituzione dei soci informatori presso le Sezioni.
2° — Commissione di Propaganda presso la Sezione.
3° — Trattazione delle questioni locali.
4° — Provvedimenti per stimolare i lavori dati alle Sezioni. (Commissioni - Circolazione delle Letture - Temi di Studio).
5° — Riordinamento biblioteca.
6° — Azione per collocamento Soci.

f) Ritiene infine di dover dare le migliori cure ed il maggior impulso al giornale.

✶

Riunione Annuale

Nel recente Consiglio generale, in accordo colle determinazioni precedenti venne deciso definitivamente che la prossima Riunione si terrà nella prima metà di Ottobre in Sicilia.

Alcuni temi rifletteranno questioni locali — furono finora segnalati i seguenti: Trasporto dell'energia attraverso lo Stretto di Messina — L'Elettricità nell'agricoltura — Le applicazioni elettriche nelle miniere.

Si invitano i Soci a presentar memorie per questa Riunione e si avverte che a seconda del deliberato del recente consiglio i testi delle memorie devono venir presentati 2 mesi prima per la stampa e per la preparazione delle discussioni.

✶

Notizie delle Sezioni

SEZIONE DI BARI.
Seduta del 9 Aprile 1921.

Il Presidente della Sezione Sig. Comm. Ing. Pietro Verole corrispondendo all'invito rivoltogli dai soci si intrattiene intorno alle *caratteristiche dei sistemi della grande trazione elettrica.*

Egli premette che l'estensione dell'elettrificazione alle linee di grande traffico è di capitale importanza pel nostro paese che è tributario all'estero di ingenti capitali per l'acquisto del carbone, mentre essa ci consentirebbe di utilizzare le nostre forze idriche ed anche i nostri combustibili inferiori che si potrebbero abbruciare in centrali termo-elettriche poste alle bocche delle relative miniere. Inoltre il carbone dall'estero potrebbe anche esserci negato, laddove le nostre forze idriche essendo perenni, almeno fino a che il sole ci riscalderà ed il nostro paese non perderà il suo carattere alpestre, la trazione elettrica assicurerà in ogni evenienza la nostra industria dei trasporti. Non devesi dimenticare inoltre che la dipendenza economica a cui ci astringe l'acquisto del carbone può rendere illusoria la nostra indipendenza politica, a cui è strettamente legata tale nostra industria, e come perciò non solo nei riguardi economici ma eziandio in quelli patriottici dobbiamo con tutti i mezzi di cui disponiamo ridurre al minimo tale penosa dipendenza.

Entrando nel vivo dell'argomento osserva che quattro sono i sistemi che possono soddisfare e assai meglio della trazione a vapore a tutte le esigenze anche le più gravose dell'esercizio ferroviario: quello monofase, quello trifase, quello monofase-trifase e infine quello a corrente continua ad alta tensione.

Tratta brevemente del sistema a corrente continua detto della terza rotaia a 650 volt che funziona in modo soddisfacente sulla linea Milano-Varese-Porto Ceresio e dal quale deriva il sistema a corrente continua ad alta tensione. In Francia si è testè deciso di applicare tale sistema della terza rotaia per le linee di medio e forte traffico elevandone però la tensione a 1500 volt.

Si diffonde a parlare del sistema trifase applicato alle ferrovie italiane. Spiega i motivi per cui si adottarono originariamente la frequenza di 15 cicli al " e la tensione di 3000 volt e per quale ragione tale frequenza fu portata a 16,7 cicli al " sulle linee elettrificate con questo sistema, ad eccezione del gruppo delle linee valtellinesi inclusevi la linea Milano-Monza e per quali ragioni, dipendenti dal collegamento in parallelo tra la centrale di Robbiate e quella di Morbegno, per questo gruppo di linee la frequenza è di 15,8 cicli; spiega pure per quali ragioni la tensione fu elevata per tutte a 3600 volt. Dà dei particolari sugli impianti fissi e sui locomotori e specialmente sul locomotore a 5 assi tutti accoppiati e su quello a tre assi accoppiati e due portanti. Tratta delle caratteristiche di esercizio, della trazione multipla, del ricupero, del modo di migliorare il fattore di potenza, dell'influenza sui circuiti telegrafici, telefonici e di blocco, e del consumo di energia riferito alla tonnellata-chilometro-virtuale rimorchiata. A proposito delle caratteristiche del sistema mette in rilievo come una di tale caratteristiche, la bassa frequenza, sia di grave incaglio all'estendersi delle elettrificazioni richiedendo o apposite centrali generatrici, le quali non sarebbero, nelle generalità dei casi, sufficientemente utilizzate ovvero l'impiego di gruppi rotanti di trasformatori riduttori di frequenza per l'utilizzazione delle centrali esistenti per l'illuminazione e i trasporti di forza, gruppi che richieggono una grave spesa di impianto, una non indifferente spesa di esercizio e una ragguardevole dissipazione di energia. Chiude la trattazione dell'argomento relativo al sistema della trazione a corrente trifase accennando al parere del Consiglio Superiore delle Acque intorno all'estensione del sistema stesso.

Passa quindi a parlare del sistema di trazione preferito in Isvizzera ed in Germania, quello monofase a collettore eccitato in serie, che è caratterizzato dall'alta tensione, anche di 20 000 volt, alla linea di contatto, la quale tensione consente di ridurre al minimo il numero delle sottostazioni di trasformazione. Accenna all'analogia della caratteristica elettromeccanica dei motori monofasi a collettore con quella dei motori a corrente continua. Espone i vantaggi dei locomotori nei riflessi della facilità di avviamento e di regolazione della velocità e l'inconveniente del loro ragguardevole peso in relazione alla potenza. Accenna alla perniciosa azione della linea di contatto ad alta tensione sulle linee telegrafiche e telefoniche. Conchiude che il sistema richiedendo necessariamente l'impiego di correnti a bassa frequenza presenta nei riguardi dell'utilizzazione delle centrali industriali gli stessi inconvenienti del sistema trifase a bassa frequenza; e come non sarebbe pertanto il caso di adottarlo da noi tanto più che in America, ove aveva ricevuto importanti applicazioni, è stato abbandonato essendosi riconosciuto essere preferibile il sistema a corrente continua ad alta tensione.

Infine tratta del sistema monofase-trifase a bassa frequenza che ricevette qualche applicazione in America e che nelle condizioni attuali non possiede alcuna supremazia verso gli altri sistemi.

Si riserva di esaurire l'argomento in una prossima seduta esponendo le caratteristiche dei sistemi a corrente continua ad alta tensione e del sistema trifase alla frequenza industriale.

✶

SEZIONE DI ROMA.
Adunanza del 30 *marzo* 1921, *ore* 21,30

Il *Presidente* Del Buono apre la seduta alle ore 21,45 e comunica ai soci la dolorosa perdita del Collega ed amico Ing. gr. Uff. **Oreste Lattes**, repentinamente strappato all'affetto della famiglia e degli amici e lo commemora così esprimendosi:

«Prima d'iniziare i lavori di questa riunione sono certo di interpretare i vostri sentimenti mandando un mesto ed affettuoso saluto alla memoria dell'amico scomparso, che per 25 anni, cioè fin dalla fondazione della nostra Associazione, è stato con noi attivo e benemerito consocio. E' scomparsa una figura caratteristica e simpatica che alla nostra Associazione ha dato tanta parte della sua attività. Per tutti questi anni ha sempre amministrato la finanza della nostra Sezione e a lui dobbiamo se il nostro patrimonio ha raggiunto quella notevole cifra indicata nel bilancio, che questa sera, egli avrebbe dovuto, come di consueto, esporvi e delucidare con la nota chiarezza, ma il doloroso fato non volle! E' questo un lutto profondo della nostra Sezione e rimetto alla nuova Presidenza l'incarico di commemorare degnamente come merita l'amico in altro giorno. Credo di fare a voi cosa gradita col leggere alcuni accenni sulla vita di così caro collega che lascia un vuoto grande nel cuore di tutti noi».

L'Ing. Oreste Lattes nacque a Parigi il 19 luglio 1851 da famiglia piemontese: fu in Collegio a Parigi ma si laureò a To-

rino nel 1872; prese il diploma all'École des Mines a Parigi; fu subito assunto alle Ferrovie, entrò poi in una Società privata di Miniere a Cogoleto e vinto il concorso al Ministero dell'Industria divenne Ispettore dell'Industria fino al 1902; presso il quale fu incaricato di numerevoli missioni tecniche in Italia e all'Estero. Rientrò alla vita privata nel 1902 e da allora in poi si è dedicato col maggior fervore alle Associazioni professionali tecniche a cui aveva già data la sua instancabile attività; occupò inoltre cariche diverse presso enti e sodalizi. Tra l'altro era membro del Consiglio del Consorzio per la Ferrovia Roma-Viterbo, dell'Associazione concessionarie telefoniche italiane; Console e fondatore del Touring, dell'Audax, fondatore e Presidente dell'Associazione fra gli Ingegneri laureati a Torino. Richiamato in servizio militare il 16 aprile 1915 col grado di Colonnello del Genio, a cui era stato promosso nella riserva fin dal 14 ottobre 1909, rimase in servizio militare fino al 31 agosto 1919 occupando importantissimi uffici quale quello di Direttore dell'Ufficio Territoriale dell'Ispettorato generale del Genio, direttore dell'Ufficio Radiotelegrafico militare Membro della Commissione centrale esonerazioni, della Commissione per le invenzioni interessanti l'Esercito e l'Armata, ecc. Fu insignito di importanti onorificenze italiane ed estere fra cui quelle di gr. uff. della Corona d'Italia, commenda mauriziana, l'Ordine di Leopoldo del Belgio, ecc.

Alla famiglia dello scomparso confermo i sensi del dolore mio e di tutti noi ».

Bordoni si associa con affettuose parole alle espressioni del Presidente e a nome dell'assemblea propone di esprimere alla famiglia le condoglianze vive di tutti i Colleghi.

Civita — Anch'egli si unisce ai colleghi nel sentimento doloroso e tiene a ricordare che l'idea prima di fondare la nostra Associazione partì proprio dall'amico Lattes che nel settembre 1896 a Ginevra in una riunione di elettrotecnici amici lanciò la proposta, raccolse le prime adesioni e formò così il primo nucleo dei soci fondatori.

Del Buono ringrazia i Colleghi e a nome dell'assemblea esprimerà il cordoglio di tutti alla famiglia ed è grato a Civita di avere ricordata la grande benemerenza del compianto amico di essere stato uno dei primi soci fondatori della nostra Associazione

Indi il Presidente inizia lo svolgimento dell'Ordine del giorno. Comunica l'esito del referendum indetto dalla Sede centrale per le modifiche dello Statuto ed in conseguenza la deliberazione presa dal Consiglio Direttivo della nostra Sezione di portare la quota sociale a L. 50 per i soci individuali e a L. 120 per i collettivi.

Il *Presidente* chiede all'Assemblea la sanatoria del deliberato voto e l'Assemblea approva l'aumento nelle misure suindicate.

Il *Presidente* comunica l'iniziativa della Sede centrale di dare incremento alla Categoria dei soci vitalizi e invita i colleghi di fare propaganda, allo scopo di costituire un capitale all'Associazione. In seguito il Presidente fa la relazione morale del triennio che si riassume così:

« Nel rimettere al mio successore il mandato affidatomi mi è grato di esporgli l'andamento della nostra Sezione durante il triennio 1918-1920 della mia presidenza.

Fu costante cura nostra di accrescere il numero dei soci il quale dà forza e prestigio alla nostra Sezione. Durante il triennio che ha seguito immediatamente la guerra, malgrado il disagio del nostro paese e le occupazioni che tennero lontani i tecnici dalla vita tecnica e industriale del paese si è avuto un notevole incremento del numero dei soci.

Infatti il numero dei soci è stato il seguente:

Marzo 1918	N. 350
Aprile 1919	» 390
Aprile 1920	» 440
Maggio 1921	» 487

con un aumento dal 1918 al 1921 di 128 soci. Il movimento effettivo è stato: acquisti 167, perdite 39 soci. Da questo numero forse si dovranno toglierne una diecina per morosità.

La nostra Sezione occupa il secondo posto fra le consorelle e fra i soci contiamo eminenti personalità ed i Ministeri tecnici. L'aumento dei soci ha permesso di accrescere il numero dei nostri delegati alla Sede centrale che era di sette nel 1918 ed ora sono 10. Con ciò è accresciuta la partecipazione viva della nostra Sezione e del Consiglio generale.

Nell'ultimo Consiglio Direttivo fu stabilito di prendere dei provvedimenti a riguardo dei soci morosi i quali costituiscono un sentito aggravio del nostro bilancio, fissando la norma di sospendere il giornale al 31 dicembre ai soci che non avessero pagato la quota dell'anno e di radiarli definitivamente entro il marzo successivo se nel frattempo non si è riusciti ad ottenerne il pagamento.

I lavori della nostra Sezione si sono svolti in un periodo difficilissimo per il nostro paese durante il quale da prima molti nostri soci prestavano servizio sotto le armi e poi il disagio in cui si dibatteva il paese ha distratto per più gravi partecipazioni molti soci dall'opera dello studio. Tuttavia si sono tenute numerose riunioni e si sono effettuate gite per rendere più cordiali ed intimi i rapporti dei soci. Furono tenute interessantissime letture delle quali voglio ricordare quelle dei soci *Bordoni Revessi, Majorana, Calisse, Bianchini, Carletti, Di Pirro.* Furono compiute gite interessanti fra cui quelle alla Ferrovia Fiuggi Frosinone, all'Hangar di Ciampino e alla fabbrica dei dirigibili.

La nostra Sezione ha cooperato ai lavori di indole generale mediante commissioni proprie ed, essendo poi largamente rappresentata, nelle Commissioni centrali e nel Comitato elettrotecnico italiano.

Si sono infine tenute le commemorazioni dei soci *Brunelli, Jona* e *Frigerio.*

Vogliamo infine ricordare che si è tenuta a Roma la XXIV riunione della nostra Associazione del cui ottimo risultato dobbiamo compiacerci e ricordare che la metà delle letture, come ha rilevato anche il nostro Presidente generale Ferraris, furono fatte dai soci della nostra Sezione; i lavori della Sezione sono stati quindi effettivamente molto più cospicui di quelli comparsi nelle ordinarie riunioni. Furono fatti in tali occasioni gite ed accoglienze cordiali ai colleghi d'Italia che richiesero fondi non indifferenti: dobbiamo ringraziare i soci collettivi che insieme ci costituirono un fondo di circa 14 000 lire destinato intieramente alle spese del Congresso.

Nel lasciare la presidenza della Sezione mi piace di rilevare che la situazione finanziaria della nostra Sezione è ottima poichè essa possiede un patrimonio di circa L. 12 000 col quale può affrontare tranquillamente l'avvenire, di ciò, gran merito va al nostro carissimo O. Lattes della cui perdita immatura noi tutti qui siamo rimasti desolati.

Colleghi,

Nel prendere congedo da voi e deporre il gradito incarico che mi affidaste, sento il dovere di porgere le più cordiali espressioni di gratitudine e i più vivi ringraziamenti per la collaborazione accordatami, le più vive espressioni ai Colleghi del Consiglio che con la loro continua cordialità hanno sostenuto ed integrato l'opera mia e consentitemi di rivolgere al collega Vice-Presidente Biagini che con fraterna amicizia ha con me diviso l'opera della Presidenza, un caro saluto. Al Collega Ferrara impareggiabile segretario debbo esprimere i miei ringraziamenti per il valido aiuto costantemente datomi.

Netti — sicuro di interpretare il pensiero dei colleghi ringrazia il Presidente della sua opera prestata per la Sezione durante il triennio e si compiace vivamente che egli quale socio della nostra Sezione abbia avuto la fiducia dei consoci di tutta Italia con la sua nomina a Presidente generale.

Del Buono ringrazia sentitamente il Netti ed i colleghi con espressioni affettuose e commosse e poi passa alla lettura dei bilanci consuntivo 1920 e preventivo 1921.

Passeri propone di approvare i bilanci integralmente e senza discussione e ciò alla memoria dell'amico Lattes che li ha così accuratamente compilati.

La proposta è accettata e i bilanci approvati all'unanimità.

Infine il Presidente annuncia le dimissioni del Consigliere Mannoli e del Consigliere Delegato Marchesi, invita i presenti a procedere alle elezioni per le cariche sociali cioè: del Presidente, Vice-Presidente, Cassiere, quattro Consiglieri e sei Consiglieri-Delegati al Consiglio Generale.

Dopo una breve interruzione della seduta necessaria per gli ultimi accordi si è proceduto alla votazione che al successivo scrutinio ha dato eletti all'unanimità:

Presidente: Bordoni Ing. Prof. Ugo; *Vice-Presidente*: Marchesi Ing. Comm. Gaetano; *Cassiere*: Ferrara Ing. Enrico; *Segretario*: Tomassetti Ing. Mario; *Consiglieri*: Puccioni Ing. Corrado, Revessi Prof. Giuseppe, Scialoja Ing. Gustavo, Vallechi Ing. Guido; *Consiglieri delegati*: Ascoli Prof. Gr. Uff. Moisè, Biagini Ing. Cav. Augusto, Civita Ing. Cav. Uff. Domenico, Netti Ing. Cav. Aldo, Salvadori Ing. Riccardo.

Il Consiglio rimane così costituito dai soci ora indicati e da quelli rimasti in carica e cioè:

Consiglieri: Di Cave Ing. Vito, L'Abbate Ing. Cav. Uff. Domenico.

Consiglieri Delegati: Cesàri Ing. Ettore, Di Pirro Prof. Ing. Comm. Giovanni, Mengarini Ing. Prof. Guglielmo, senatore del Regno, Sismondo Ing. Oscar.

Proclamati i nuovi eletti il Presidente toglie la seduta alle ore 22.30.

Errata corrige.

Norme per l'ordinazione ed il collaudo degli isolatori di porcellana ad alta tensione.

N. 16 - 3 capoverso invece di:

1,5 della tensione *critica a secco* dell'intiero isolatore

leggasi:

1,50 della tensione *critica sotto pioggia* dell'intiero isolatore. Per quelli per esterno detto rapporto deve essere 1,50 della *tensione sotto pioggia.*

Inoltre fra i paragrafi 20 e 21 va inserito:

N. 21 - *Prove fisiche di fragilità.*

L'isolatore completamente montato deve essere riscaldato a 70° nell'acqua calda e quindi immerso rapidamente nell'acqua fredda alla temperatura di 10° senza spaccarsi, nè dar luogo a screpolature. Si ripeteranno dopo questa prova le prove elettriche meccaniche che dovrebbero dare gli stessi risultati delle prove precedenti.

La prova si farà facendo compiere un certo numero di cicli termici.

Dopo il paragrafo 24 aggiungasi:

N. 25 - Per gli isolatori che hanno armature metalliche si devono provare i singoli elementi montati ad una tensione meccanica doppia di quella di esercizio per 3''.-

TEDESCHI GIOVANNI FU GIOVANNI, *gerente responsabile* ARTI GRAFICHE VARESINE - VARESE

VOL. VIII (XXV degli Atti) 5 Maggio 1921 N. 13

L'ELETTROTECNICA

GIORNALE ED ATTI DELLA

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

REDAZIONE ED AMMINISTRAZIONE: VIA SAN PAOLO, 10 - MILANO - TELEFONO N. 20-86

REDATTORE CAPO: A. BARBAGELATA - REDATTORI U. BORDONI - M. SEMENZA - G. VALLAURI

È GRADITA LA COLLABORAZIONE DEI LETTORI - GLI ARTICOLI DI INTERESSE GENERALE ACCETTATI DALLA REDAZIONE SONO COMPENSATI

I MANOSCRITTI NON SI RESTITUISCONO

I corti circuiti e la protezione dei grandi impianti.

L'Ing. DALLA VERDE riprende e completa oggi la sua monografia sui fenomeni di corto circuito, di cui la prima parte fu pubblicata il 15 Agosto scorso. In quel primo scritto si stabilivano delle formule semplici e pratiche che permettono di calcolare l'intensità delle correnti di corto circuito nei varî punti di un impianto: oggi l'A. prende invece in considerazione gli effetti dei corti circuiti stessi ed i rimedî che ad essi si possono opporre, sia di carattere preventivo, che restrittivo. Certo è che il problema della protezione degli impianti, nonostante il continuo, innegabile progresso delle costruzioni elettromeccaniche, rimane sempre assai arduo, se pure non si aggrava, per l'aumento, pure continuo, delle tensioni e delle potenze in giuoco; e l'ingegnosità degli elettrotecnici ha ancora un ampio campo da mietere.

Siamo però d'avviso che, per la maggior sicurezza degli impianti e per un più tranquillo svolgersi dell'esercizio, bisognerebbe sopratutto reagire contro la tendenza degli industriali, anche dei migliori, a lesinare nella spesa pel macchinario e per l'apparecchiatura elettrica. Si tratta in fondo di una frazione sempre modesta nel costo di un impianto idroelettrico; ma è la sola che possa precisarsi in un preventivo e per la quale si possano facilmente mettere in concorrenza varî fornitori. E così l'industriale, che, una volta deciso l'impianto, deve spendere tutti i milioni necessarii per le opere idrauliche, cerca di risparmiare qualche decina di migliaia di lire nell'ordinazione del macchinario. E' una tendenza tanto naturale, che riesce a chiunque estremamente difficile di andare contro corrente; ma si dovrebbero sempre tenere un po' più presenti gli enormi danni diretti ed indiretti che, specie colle grandi unità moderne, derivano dalla messa fuori servizio di un gruppo; e non si dovrebbe dimenticare che la miglior difesa consisterà sempre nell'aumentato margine di sicurezza rispetto a tutte le sollecitazioni, d'ogni genere, a cui il macchinario deve resistere. Ed i costruttori, che non sono certo senza peccato nella corsa al « sempre più leggero » di questi ultimi anni, dovrebbero per i primi, d'accordo, resistere alla pressione economica dei loro clienti.

Nuovo tipo di amperometro per correnti alternate.

Il Dott. PERUCCA descrive in una breve nota un nuovo tipo di amperometro per correnti alternate, che è, di fatto, una ingegnosa modificazione dei tipi ad induzione. La possibilità di variare a piacere entro larghi limiti il tipo della scala, costituisce senza dubbio un pregio; ma non sappiamo se esso potrà compensare la maggior complicazione costruttiva. Non si deve infatti dimenticare che già oggi, cogli ordinarî semplicissimi tipi elettromagnetici a ferro mobile, i costruttori riescono a modificare notevolmente le scale dei loro strumenti senza alcuna essenziale complicazione. Quanto al tipo di scala da preferirsi, noi siamo da tempo fautori della scala contratta, che può vantare molti titoli di superiorità tanto sulla scala allargata, quanto sulla scala uniforme o proporzionale. (¹).

Le linee telegrafiche e telefoniche.

Mentre tanta somma di studî, di ricerche, di esperienze si è dedicata a migliorare la costruzione delle linee aeree per trasmissione di energia, le linee telegrafiche e telefoniche — modeste loro antenate — sono praticamente rimaste quali erano nei primi tempi della loro comparsa. Abbiamo perciò creduto utile riassumere ampiamente uno scritto di G. B. SERRA, nel quale sono esaminati sistematicamente tutti i lati del problema e sono proposte nuove, più razionali disposizioni.

LA REDAZIONE.

(¹) Si vegga in proposito questo giornale, 25 giugno 1919, pag. 371.

I CORTI CIRCUITI NEGLI IMPIANTI ELETTRICI - EFFETTI E PROTEZIONI

A. DALLA VERDE.

Nel primo articolo pubblicato sull'argomento (¹) abbiamo imparato a calcolare le correnti, che un corto circuito può provocare, in un punto qualunque di un impianto.

Vediamone, ora, gli EFFETTI.

Quello più generale, è di produrre un abbassamento di tensione della rete, con le note conseguenze moleste al macchinario asincrono e sincrono: quest'ultimo — in certi casi — può perfino uscire dal sincronismo (V. bibl. N. 1).

Gli effetti locali — sulle singole parti di un impianto — possono raggrupparsi in due categorie: *meccanici* e *termici*.

I primi dipendono dal valore « massimo » della corrente e converrà, pertanto, considerare quelli, che si verificano nel periodo iniziale del corto circuito (salvo casi specialissimi di risonanza, fra corrente e oscillazione libera della macchina, dal punto di vista meccanico).

I secondi sono proporzionali al « valore efficace » della corrente, che — nel caso dei corti circuiti — si può ritenere espresso dalla radice quadrata della somma dei quadrati delle varie intensità efficaci, che si hanno durante il tempo t (²).

Quando i relais di scatto degli interruttori sono tarati per un tempo abbastanza lungo, tale valore coincide, approssimativamente, con quello efficace della corrente permanente di corto circuito; mentre, quando il tempo di taratura è breve, si dovrà tener conto, anche, dei valori iniziali. Per la buona conservazione del macchinario, sotto questo punto di vista, il rapporto fra la corrente I_p di corto circuito permanente e quella normale I_n, non dovrebbe essere superiore a $40 \sqrt{t_0}$, dove t_0 è il tempo di taratura dei relais, in secondi.

Consideriamo, ora, partitamente, i principali elementi, che costituiscono un impianto elettrico (³).

Alternatori.

1). Gli sforzi meccanici, esercitati dalle correnti iniziali di corto circuito, possono distruggere le estremità delle bobine d'indotto, o, per lo meno, danneggiarne fortemente l'isolamento (⁴).

2) Come sappiamo, all'atto di un corto circuito, si produce nell'induttore (sopratutto se la resistenza del circuito d'eccitazione è

(¹) V. *Elettrotecnica*, 15 agosto 1920.

(²) Nel n. articolo precedente, abbiamo espresso il valore efficace iniziale della corrente asimmetrica di corto circuito, mediante la formula:

$$(XI_{bis}) \qquad I_{cc}' = 2 \times I'$$

nella quale I' è il valore efficace iniziale della corrente simmetrica.

Questa espressione contiene una inesattezza analitica. Infatti, il valore efficace di una corrente, risultante da due componenti $\sqrt{2}\, I' \cos \omega t$ e $\sqrt{2}\, I'\, e^{-\alpha_a t}$, riferito ad un istante t, deve esprimersi:

$$I = \sqrt{(I')^2 + (\sqrt{2}\, I'\, e^{-\alpha_a t})^2} = I' \sqrt{1 + 2\, e^{-2\alpha_a t}}$$

e, per $t = o$:

$$I_{cc} = \sqrt{3} \times I'$$

come, d'altronde, avevano trovato alcuni esperimentatori.

Per i cicli successivi al primo, riteniamo ancora valida la nostra formula (X_{bis}) approssimata, basata sull'ipotesi semplificativa, che la reattanza transitoria totale x_u rimanga costante, durante il periodo transitorio. Siccome, invece, essa va diminuendo, possiamo ritenere sufficentemente esatti i valori ricavati dalla X_{bis}, che — dal solo punto di vista analitico — sarebbero in eccesso.

(³) Molti dati su questo argomento furono ricavati dall'articolo di E. G. MERRICK: Effect of Short Circuit, in *General El. Rev.*, nov. 1919, pag. 935 e seg.

(⁴) Formule che permettono di calcolare tali sforzi si trovano nell'*Arnold*: Wechselstromtechnik, II ed., vol. IV, pag. 474.

molto elevata) una sopraelevazione di tensione notevole, che, in càsi speciali, può arrivare a perforare l'isolante.

3). L'azione frenante elevatissima, esercitata bruscamente dalle correnti indotte durante il periodo transitorio, in contrasto con la coppia motrice della turbina, produce delle forti sollecitazioni meccaniche nell'albero, nelle razze del rotore, nei bulloni dei giunti ed in quelli di fondazione ([5]).

4). Un riscaldamento eccessivo, dovuto ad un corto circuito soverchiamente prolungato, può danneggiare l'isolamento delle bobine e provocare, in certi casi, perfino l'incendio della macchina.

Trasformatori.

1). La corrente di corto circuito tende a far assumere forma circolare alle spirali (ove queste non l'abbiano per costruzione) e

Fig. 1.

produce, pure, degli sforzi d'attrazione o repulsione fra le spirali stesse.

La fig. 1 rappresenta, appunto, un trasformatore che ha subito un corto circuito netto ai suoi morsetti ([6]).

2). Se il corto circuito permane, l'effetto termico della corrente eccessiva può produrre, anche qui, guasti agli isolanti e provocare incendi.

Interruttori in olio.

1). In caso di corto circuito, gli interruttori sono chiamati ad interrompere delle correnti, superiori, di molto, a quelle normali. I fenomeni, che si verificano all'atto della apertura, sono molto complessi, e non si è, ancora, riusciti a spiegarli tutti, in un modo soddisfacente. « Grosso modo », si può ritenere, che le cose si svolgano come segue: nel momento del distacco, per il forte riscaldamento, che ne è conseguenza, si forma, in seno all'olio, una bolla gassosa, composta di varî idrocarburi e particelle metalliche volatilizzate — bolla tanto più voluminosa, quanto maggiore è la corrente interrotta. Tale bolla, quando arriva alla superficie dell'olio, forma, con l'aria, una miscela infiammabile, che, per molteplici ragioni, può incendiare l'olio stesso e produrre una vera esplosione, con deformazione della cassa, od, anche, distruzione completa dell'interruttore.

2). Qualora il corto circuito permanga a lungo, il riscaldamento nei contatti — ed, in generale, nelle parti percorse dalla corrente — può portare ad un deterioramento dei metalli ed, eventualmente, ad una decomposizione dell'olio.

Cavi isolati.

1). Data la debole conduttività specifica dell'involucro isolante, il calore prodotto dalla corrente di corto circuito, non riesce a smaltirsi all'esterno e porta a fortissime temperature nei conduttori, con conseguente deterioramento dell'involucro stesso. Una successiva sovratensione, anche debole, può, così, dare luogo alla perforazione e perfino alla esplosione del cavo.

Conoscendo la sopraelevazione di temperatura, tollerabile in un cavo di natura data, si può calcolare l'intensità di corto circuito ammissibile, mediante le formule seguenti: ([7]).

a) per conduttori in rame: $I_c = 13 \times s \times \sqrt{\frac{\Delta\theta}{t}}$

b) per conduttori in alluminio: $I_c = 8.4 \times s \times \sqrt{\frac{\Delta\theta}{t}}$

nelle quali:

I_c = valore efficace medio della corrente di corto circuito durante il tempo t.

s = sezione del conduttore in mm².

t = durata del corto circuito in secondi.

$\theta\Delta$ = sopraelevazione di temperatura in gradi centigradi (per cavi con conduttori in rame, $\Delta\theta \backsim 150°$).

2). In un cavo trifase come da fig. 2, il valore medio dello

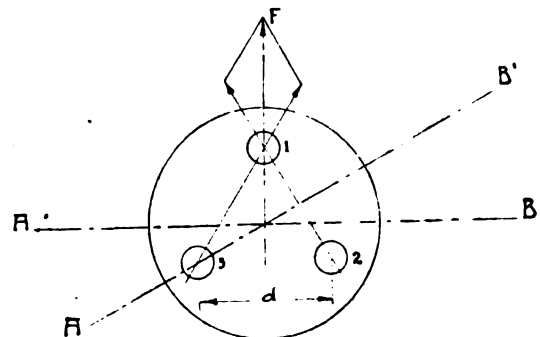



Fig. 2.

sforzo meccanico esercitato su un conduttore dagli altri due, durante un periodo, è:

$$F = -\frac{\sqrt{3}}{2} \times \frac{2}{981} \times \frac{I^2}{d} \times 10^{-2} = 1.756 \times \frac{I^2}{d} \times 10^{-5}$$

dove:

F = sforzo, in grammi, per cm. di lunghezza dei conduttori, diretto secondo una normale al piano $A - B$.

I = intensità della corrente, in ampere (valore efficace);

d = distanza fra i conduttori, in cm.

Il segno negativo, nella formula suddetta, significa che lo sforzo è di repulsione.

In caso di corto circuito monofase (ad esempio fra le fasi 1 e 2), lo sforzo diventa:

$$F^1 = -\frac{2}{981} \times \frac{I^2}{d} \times 10^{-2} = -2.04 \times \frac{I^2}{d} \times 10^{-5}$$

([5]) Secondo l'*Arnold* (ibid., vol. I, pag. 707), la potenza istantanea, sviluppata da un alternatore trifase messo in corto circuito è, in generale:

$$p = \sqrt{3} \times E \times I' \times \left[\cos\psi - e^{-\alpha_a t}\cos(\omega t + \psi)\right]$$

dove le lettere hanno i seguenti significati:

E = tensione concatenata all'istante del c. c. (valore efficace);

I' = corrente iniziale simmetrica di c. c. (valore efficace);

ψ = angolo di fase fra corrente e tensione;

$\alpha_a = \frac{r_a}{L_0}$ fattore di attenuazione del transiente d'armatura.

Potremo, dunque, dire che p consta di due componenti: la prima (in generale piccolissima) proporzionale a $\cos\psi$, e corrispondente all'energia dissipata nella resistenza ohmica dell'armatura (e della rete fino al punto del c. c.); la seconda, proporzionale a $e^{-\alpha_a t}\cos(\omega t + \psi)$ e rappresentante una potenza pulsante.

Negli ordinari alternatori, quest'ultima componente varia fra 0.4 e 0.8 di quella $(\sqrt{3} \times E \times I')$ che corrisponderebbe alla corrente massima di corto circuito.

Per effetto di questa componente, tutte le parti meccaniche dell'alternatore vengono sollecitate alternativamente, in un verso e nell'altro, con un momento che può raggiungere anche il decuplo di quello normale. Se il motore primo non è esuberante, il gruppo può addirittura risultarne completamente frenato nel primo mezzo ciclo, a meno che non vi si opponga l'inerzia delle masse rotanti.

([6]) Come si sa, in un trasformatore la corrente iniziale massima di corto circuito può risultare doppia di quella permanente, (corto circuito nell'istante in cui la tensione è nulla, e quindi onda di corrente completamente asimmetrica).

L'*Arnold* (ibid., vol. II, pag. 185) ha dato varie formule, che permettono di calcolare le sollecitazioni meccaniche fra le spirali di un trasformatore messo in corto circuito.

([7]) *Revue B. B. C.*, giugno 1920.

e, naturalmente, è ancora di repulsione e diretto secondo una normale al piano $A' - B'$.

Sbarre.

1). Ove sieno disposte sullo stesso piano (v. fig. 3) — anzichè ai vertici d'un triangolo equilatero, come abbiamo supposto per i

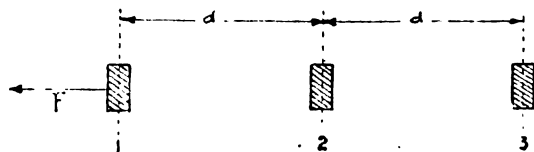



Fig. 3.

conduttori del cavo di cui fig. 2) — allora lo sforzo esercitato sulla sbarra 1 dalle altre due, è:

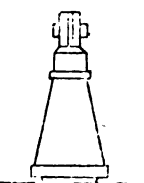
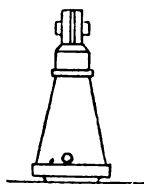
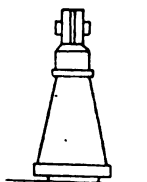
$$F_0 = -\frac{3}{4} \times \frac{2}{981} \times \frac{I^2}{d} \times 10^{-2} = -1.53 \times \frac{I^2}{d} \times 10^{-5} \text{ grammi per cm}$$

Il caso più sfavorevole si avrà per un corto circuito monofase — ad es. fra le fasi 1 e 2 — e allora lo sforzo sarà ancora, come per i cavi:

$$F' = -2.04 \times \frac{I^2}{d} \times 10^{-5}.$$

Si può — come è facile vedere — arrivare a dei valori veramente enormi e tali da inflettere le sbarre, strappare i sostegni e, perfino, rompere le pareti di separazione fra fase e fase. Ad esempio, se le sbarre sono lontane 20 cm. l'una dall'altra e la corrente di corto circuito iniziale è di 100 000 ampere efficaci, lo sforzo è di 10.2 kg. per cm. di lunghezza, e se gli isolatori di sostegno sono fissati ad un metro di distanza fra di loro, essi vengono sottoposti ad uno sforzo di circa 1000 kg.

Per una disposizione di sbarre, come quella indicata nella fig. 4, gli isolatori sono sollecitati alla trazione od alla compressione; invece, per una disposizione come quella della fig. 5), sono sollecitati alla flessione e lavorano, quindi — a parità di ogni altra circostanza — in condizioni di stabilità molto peggiori. ([a]).

2). Un riscaldamento eccessivo, causato da un corto circuito permanente, può produrre dilatazioni delle sbarre, con conseguenti inflessioni delle stesse ed eventuale rottura dei sostegni.

Riduttori di corrente.

1). Gli sforzi meccanici fra le singole spirali, possono produrre guasti analoghi a quelli, che si hanno nei trasformatori di potenza. Molto facile a danneggiarsi è l'avvolgimento secondario, composto, in generale, di filo sottile e, quindi, meccanicamente debole. Si sono dati dei casi, in cui tale avvolgimento — che era interno al primario — dopo un corto circuito venne ridotto in due grovigli, presso le due estremità del tubo isolante, che lo separava dal primario stesso.

Fig. 4.

2). Nei tipi avvolti su bobine di porcellana, tutto il calore, prodotto da un corto circuito permanente, può immagazzinarsi nella porcellana stessa, provocandone la rottura.

NB. — Un guasto in un riduttore di corrente non è molto importante per sè stesso, ma per le conseguenze, chè possono risultare dall'avere fuori servizio gli apparecchi, alimentati dal secondario. Così, l'avere inoperoso il relais di scatto d'un interruttore, proprio nel momento, in cui dovrebbe funzionare, può portare con sè anche la perdita di tutto il carico.

Bobine di reattanza contro le sovratensioni.

1). In caso di corto circuito, le singole spire vengono sottoposte a sforzi di repulsione o di attrazione, in direzione assiale; le bobine delle varie fasi vengono violentemente attratte, o respinte fra di loro.

2). Si devono tenere presenti gli inconvenienti prodotti da riscaldamento eccessivo.

([a]) La resistenza della porcellana da isolatori è di circa 45 kg/mm² alla compressione; di circa 2.5 kg/mm² alla trazione e di circa 6 kg/mm² alla flessione. (v. *Elettrotecnica*, 25 gennaio 1921, pag. 54).

Coltelli separatori.

1). In certe condizioni, i coltelli possono tendere ad aprirsi spontaneamente, in seguito alla azione elettromeccanica, esercitata, su essi, da un conduttore parallelo, percorso da una fortissima corrente (corto circuito). Naturalmente, se tale apertura si verifica, ne segue la rovina del coltello e l'interruzione del servizio.

2). Gli isolatori di sostegno sono soggetti alle stesse sollecitazioni di flessione, già considerate per quelli delle sbarre. Per gli isolatori passanti, bisogna tenere presenti, anche, gli sforzi, prodotti dalla corrente negli steli, che dànno origine, pur essi, ad un momento flettente.

Fig. 5.

3). La resistenza al passaggio della corrente, offerta dai contatti, può dare luogo, — ove la intensità si mantenga, a lungo, ad un valore notevole — a sopraelevazioni di temperatura pericolose.

Strumenti di misura ([b]).

1). Effetti meccanici: gli indici sono sbattuti violentemente in fondo alla scala e possono venire contorti o, addirittura, spezzati. Le spire, sopratutto negli strumenti a magnete permanente ed in quelli elettrodinamici, possono venire guastate, qualora lo scheletro di sostegno, per ragioni costruttive, o di spazio, non sia molto robusto.

2). Effetti termici: negli apparecchi di tipo calorico, il filo o nastro dilatabile, può bruciare. Gli isolanti, le saldature, le porcellane, possono deteriorarsi o incrinarsi; negli shunt possono dissaldarsi alcune lamine, variando la caduta di tensione e falsando così le indicazioni.

Isolatori.

1). Gli effetti meccanici vennero già esaminati, a proposito delle sbarre.

2). Negli isolatori passanti, una corrente intensa e prolungata può determinare, per le dilatazioni differenti fra metallo e porcellana, crepature ed incrinature, pericolose per le sovratensioni, che si verificassero successivamente. Inoltre, l'eccessivo riscaldamento, comunicandosi alla miscela isolante, interna, può produrre, perfino, l'esplosione dell'isolatore (sia esso di porcellana, o di bakelite e composti analoghi).

✱

RIMEDII CONTRO I CORTI CIRCUITI.

Possono essere di due generi: « repressivi » e « preventivi ».

I *rimedî repressivi* si prefiggono di sopprimere il corto circuito, nel più breve tempo possibile; tale sistema di protezione viene realizzato, mediante opportune disposizioni dei relais, che comandano l'apertura degli interruttori, sezionanti i varî tronchi di un impianto. Si agisce sui relais, tarandone, nel modo più acconcio, l'intensità di scatto, ed il tempo necessario per il funzionamento.

Su tale argomento importantissimo non ci soffermeremo, essendosene diffusamente occupata, in questi ultimi tempi, la stampa tecnica estera e nostrana.

✱

Rimedi preventivi. — Si può agire sulle singole parti dell'impianto, rendendole atte a resistere, senza disastrose conseguenze, agli effetti dei corti circuiti; oppure (rimedio più efficace) si possono studiare schemi e apparecchi, che limitino, veramente, i valori delle correnti di corto circuito o — per lo meno — le localizzino.

Ci occuperemo, anzitutto, della prima specie di tali rimedî, passando in rassegna il macchinario e gli elementi costitutivi di un impianto, correlativamente a quanto esposto, trattando degli effetti dei corti circuiti.

([b]) V. *Dino Nobili* - Gli strumenti per misure elettriche industriali. - Milano 1916.

Alternatori.

1). Alle deformazioni, prodotte dalle azioni elettromeccaniche, si rimedia, mediante un accurato fissaggio delle bobine, sopratutto sulle testate.

2). Le sopraelevazioni di tensione, che si possono avere nell'avvolgimento induttore, vengono ostacolate dall'adozione di valvole di tensione, inserite ai morsetti della eccitazione. Questo rimedio può essere utile, per qualche vecchio tipo di macchina; in quelle moderne, invece, dato l'isolamento più accurato, non è più necessario.

3). L'albero, le razze, il giunto di accoppiamento, ed, in genere, tutte le parti soggette ad eccezionali sforzi meccanici, si costruiscono con un largo margine di sicurezza.

4). In generale, l'interruttore di macchina *non* è automatico, perchè è molto più pericoloso un brusco distacco del carico, con la conseguente tendenza a scappare della turbina e rapida successiva chiusura dell'otturatore (colpo d'ariete eventuale), che non un corto circuito, anche di durata non troppo breve. Per ridurne gli effetti termici, (in caso di durata eccessiva) si possono adottare dei « limitatori automatici di corrente » — o apparecchi analoghi — che, mediante un relais di massima, inseriscono resistenze sul campo della eccitatrice, oppure — in caso di un corto circuito netto — lo chiudono, addirittura, su sè stesso.

Gli incendi eventuali si possono, rapidamente, soffocare, chiudendo gli sbocchi all'aria di ventilazione, o iniettando sotto la macchina getti di vapore acqueo, o gas inerti (ossido di carbonio), oppure adottando, contemporaneamente, le due soluzioni [10].

Trasformatori.

1). Mediante opportuni dispositivi di ammarraggio per le bobine, si possono costruire trasformatori, capaci di resistere, momentaneamente, ad un corto circuito netto ai loro morsetti. Ad es. il Tecnomasio Ital. Brown Boveri usa un sistema meccanico, a base di bulloni e molle, per trattenere solidamente tutte le matasse ad una colonna.

2). Per prevenire eccessivi riscaldamenti gl'interruttori dei trasformatori sono, di regola, tarati per il tempo di scatto minimo, compatibile con le esigenze del servizio.

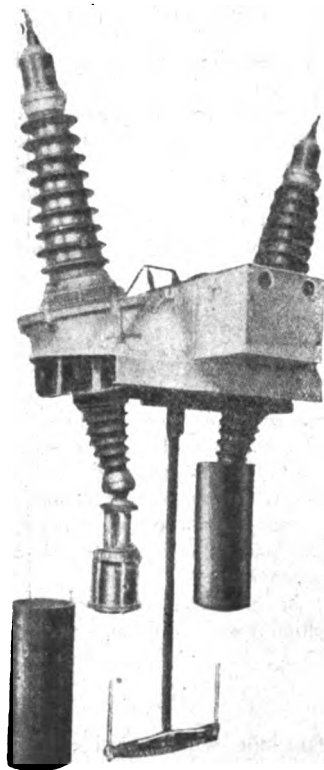



Fig. 6.

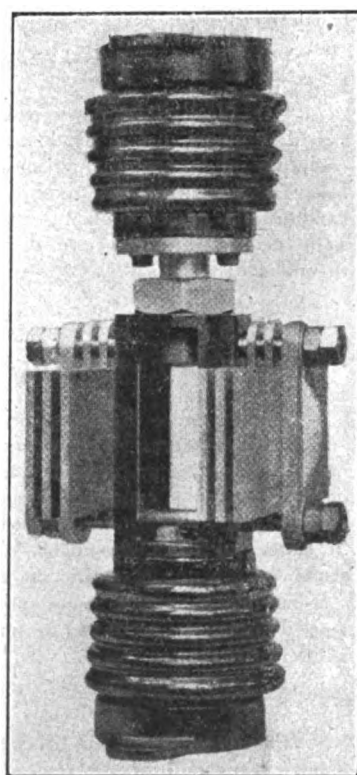



Fig. 7.

Per spegnere gli eventuali incendi, si predispongono delle tubazioni capaci di smaltire, rapidamente, l'olio, contenuto nel cassone [11].

Si adottano, pure, celle completamente chiuse, nelle quali si possono — in caso d'incendio — iniettare gas inerti, tenendo, contemporaneamente, le pareti sotto abbondanti getti d'acqua.

[10] Questo rimedio, veramente, rientra nella categoria di quelli repressivi.
[11] Però, in questo modo si spegne l'incendio, ma si rovina il trasformatore.

Interruttori in olio.

Negli ultimi tempi si sono introdotti molti miglioramenti nella costruzione di questi apparecchi, in modo che la loro « capacità di rottura » (prodotto della intensità di corrente al momento dell'apertura, per la tensione che si aveva immediatamente prima dell'apertura stessa e che, nella maggior parte dei casi, è poco differente da quella normale) si è elevata fino a raggiungere alcune centinaia di migliaia di kVA. Così, si sono moltiplicati i contatti per ogni fase — in modo da diminuire la densità della corrente —; si è aumentata la velocità di distacco delle parti mobili; si è generalizzato l'impiego delle resistenze d'inserzione, dimensionandole largamente; e (perfezionamento più notevole) si sono adottate le « camere di spegnimento » (v. fig. 6), che sono robuste campane di metallo, circondanti i punti di rottura e capaci di resistere alla pressione di molte atmosfere.

La bolla di gas, prodotta dall'arco d'apertura, si forma dentro a dette camere e genera, sui punti di contatto, una forte pressione, che accelera lo spegnimento dell'arco stesso. Il gas, anzichè salire direttamente alla superficie, è obbligato a diffondersi nella massa dell'olio e, così, si raffredda, si riduce di volume e, quando arriva in contatto con l'aria, non è più in grado da formare una miscela esplosiva. Inoltre, l'olio, che viene proiettato fuori dalla camera di spegnimento, esercita una energica azione raffreddante, sul contatto inferiore incandescente e rende molto più difficile una rionizzazione, con nuovo adescamento dell'arco.

Altre case hanno adottato cassoni blindati, altre dei liquidi incombustibili (tetracloruro di carbonio) anzichè olio, ecc.

Anche per gli interruttori, è ottima pratica collocarli in celle chiuse — anzi blindate — e predisporre tubazioni di raccolta dell'olio, che dovesse venire proiettato fuori della cassa, in seguito ad una esplosione.

Cavi isolati.

1). Si tara, per un tempo brevissimo, l'interruttore di alimentazione.

2). Si rende molto robusta l'armatura metallica.

Sbarre.

1). Per tener conto degli effetti meccanici d'un corto circuito, si aumenta la distanza fra le fasi — che normalmente, viene fissata in base alla tensione di esercizio —; e, viceversa, si diminuisce la distanza fra i singoli isolatori di sostegno, che si scelgono di tipo robusto. Si studia una disposizione di sbarre, che non obblighi gli isolatori a lavorare alla flessione, e, possibilmente, neppure alla tensione. Per casi importanti, si possono adottare portasbarre doppi, come quelli della fig. 7.

2). Giunti di dilatazione, disposti in punti opportuni, permettono gli allungamenti, prodotti da riscaldamenti eccessivi.

Riduttori di corrente.

Normalmente tali apparecchi si costruiscono, in modo che possano resistere, per 1", ad una corrente cinquanta volte maggiore della normale. Qualora sia prevedibile una corrente di corto circuito superiore a tale valore, si dovrà adottare un tipo più robusto.

Bobine di reattanza.

Si aumentano le distanze fra fase e fase e si rinforzano i sostegni delle spirali.

Coltelli separatori.

1). Per impedire l'apertura spontanea, si adottano ganci d'arresto, e altri dispositivi di blocco.

2). Si aumentano le distanze fra le fasi.

3). Si dimensionano largamente i contatti.

Strumenti di misura.

1). Compatibilmente con le esigenze costruttive si rinforzano gli scheletri delle bobine e gli indici.

2). Si provvedono gli strumenti di valvole fusibili, opportunamente calibrate.

Isolatori.

Si dimensionano largamente; — per quelli passanti, si studiano miscele, non facilmente decomponibili con il calore.

★

Tutti questi accorgimenti — che, in definitiva, consistono nel far lavorare i materiali, con un largo margine di sicurezza — possono riuscire efficaci, finchè l'impianto non si è sviluppato oltre certi limiti, o

non si è allacciato ad altre reti; cioè, finchè le correnti di corto circuito rimangono entro determinati valori, sorpassati i quali, gli accorgimenti stessi diventano illusori.

Molto più radicali sono i rimedî preventivi della seconda specie, intesi a limitare, o localizzare le correnti di corto circuito, che possono percorrere l'impianto, od una sua parte.

Due sistemi fondamentali si possono adottare: sezionare la potenza dei generatori su varî circuiti indipendenti, oppure aumentare la reattanza dell'impianto.

Un esempio del primo sistema è dato dallo schema della fig. 8, nel quale si hanno quattro gruppi generatori, quattro partenze e due siste-

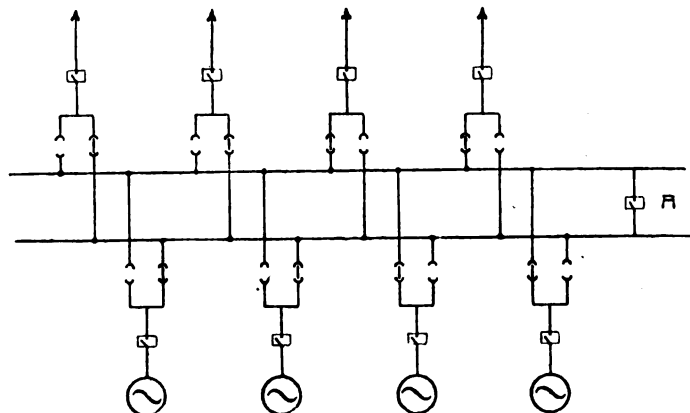



Fig. 8

mi di sbarre, che, nelle ore di massimo carico, fanno due servizi separati. Quando il carico diminuisce, si fa il parallelo fra le due sbarre attraverso l'interruttore A e, poi, si fermano i gruppi, il cui funzionamento è divenuto superfluo: dato il minore numero di unità funzionanti, un corto circuito, in queste condizioni, mette in giuoco una quantità d'energia non troppo forte. Analogamente si può procedere in una cabina di trasformazione e distribuzione.

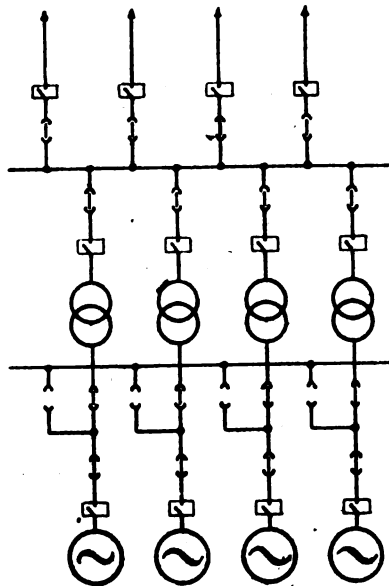
Questo sistema ha lo svantaggio, che l'utilizzazione delle macchine non è completa, perchè — per ogni servizio — occorre una potenza installata, sufficente a coprire le punte delle linee corrispondenti; e, quasi sempre, il rapporto fra le punte ed il carico medio è più svantaggioso per una parte, che per tutto l'impianto. Quindi, la potenza continua, ricavabile dal macchinario, viene ridotta. Inoltre, il rendimento complessivo, con molte macchine lavoranti a carico ridotto, è minore di quello, che si avrebbe, con poche macchine, lavoranti a pieno carico.

Questi inconvenienti non si verificano, se si adotta il criterio di aumentare la reattanza dell'impianto.

Naturalmente, con tale sistema si peggiora il fattore di potenza globale, e si aumentano le cadute di tensione; ma, d'altra parte, tutta l'apparecchiatura può scegliersi di tipo meno costoso (interruttori con minore capacità di rottura, riduttori di corrente più piccoli, minore distanza fra le fasi, minore numero di isolatori di sostegno, ecc.).

La reattanza dell'impianto si può aumentare — entro certi limiti — mediante una opportuna scelta dello schema. Uno dei più usati attualmente (anche per altre ragioni, cui non è, qui, il caso di accennare) è quello della fig. 9, nel quale i gruppi generatori sono messi in parallelo sull'alta tensione, avendo così, fra di loro, le reattanze di due trasformatori. Le sbarre A, sulla bassa tensione, servono, solo, in caso di guasti.

Fig. 9.

La reattanza interna del macchinario può essere aumentata con opportuni accorgimenti costruttivi, ma non può venire spinta oltre certi limiti, senza notevole sacrificio di altre caratteristiche. Inoltre, in caso di guasto nell'interno del generatore, la sua reattanza viene — almeno in parte — eliminata, e non serve, quindi, a proteggerlo dalla corrente di ritorno.

Di qui la necessità di ricorrere a « bobine di reattanza » separate, che si possono installare dove occorrono, e sulle quali ci intratterremo, in modo speciale.

Bobine di reattanza contro i corti circuiti.

SCHEMI DI INSERZIONE.

Si possono inserire secondo tre schemi fondamentali:

a) sui generatori
b) sulle sbarre
c) sulle linee.

a). Le *bobine sui generatori* (v. fig. 10), si usano quando la reattanza interna delle macchine non si può fare sufficentemente elevata (10 — 15%). Il valore della reattanza di tali bobine non può esse-

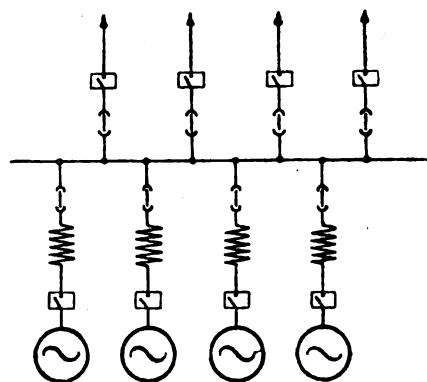



Fig. 10.

re molto alta, perchè altrimenti, essendo sempre percorse dalla totalità della corrente di macchina, produrrebbero una caduta permanente di tensione troppo forte.

Ne segue che — in caso di più macchine in parallelo — un corto circuito sulle sbarre può dar luogo, nonostante queste bobine, a correnti eccessive.

E' quindi opportuno, per centrali importanti (da 50 000 a 100 000 kVA) sezionare le sbarre, interponendo le reattanze fra le varie sezioni (inserzione b).

Le bobine inserite sulle macchine (dato che la reattanza sincrona dei generatori è molto più elevata di quella d'autoinduzione), servono sopratutto, a limitare l'intensità della corrente iniziale di corto circuito, anzichè quella permanente.

b). *Bobine sulle sbarre*. Normalmente, per considerazioni economiche e d'esercizio, le sbarre sono studiate in modo, che in esse circoli la minima corrente: una delle disposizioni più usuali è quella della fig. 11, nella quale si hanno, successivamente, un montante di macchina, una li-

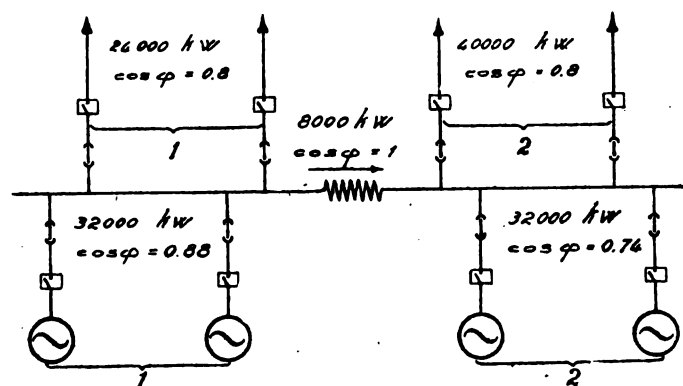



Fig. 11.

nea, una seconda macchina, una seconda linea e così via. Se le sbarre sono disposte ad anello, la massima potenza che — in esercizio normale — può percorrere una bobina reattiva, inserita sulle sbarre stesse, è 1/4 di quella dell'alternatore più piccolo installato sulle sezioni adiacenti; ed è 1/2, se le sbarre sono aperte. Agendo sulla eccitazione delle macchine appartenenti alle due sezioni, si possono mantenere eguali le due tensioni E_1 ed E_2 $(= E)$ ed allora si avrà solo uno spostamento di fase fra le due sezioni stesse.

Sieno (fig. 12) OA ed OB le due tensioni eguali dei due gruppi *1* e *2* della fig. 11; — la f. e. m. reattiva ix, prodotta dalla corrente i che circola nella bobina di reattanza x (supponiamo trascurabile la resistenza ohmica), sarà completamente sfasata e formerà pertanto un triangolo isoscele con OA ed OB. Ne segue che la corrente i è, ap-

prossimativamente, in fase con la tensione E, ed è, quindi, corrente attiva. L'angolo di fase fra E_1 ed E_2 è dato da:

$$\text{sen } \alpha = \frac{i\,x}{2\,E}$$

Ricordando che non vi è pericolo di uscire dal sincronismo finchè $2\,\alpha < 90°$ e limitandoci — per ragioni pratiche — ad un valore molto inferiore, ad esempio $2\,\alpha = 7°.30'$, sarà:

$$\frac{i\,x}{2\,E} = \text{sen } 3° \,.\, 45' = 0{,}0625$$

Rammentiamo pure che la reattanza $x\%$ in percento è data da $\frac{i\,x}{E}$; ne segue:

$$x = 0.125 = 12.5\%$$

Questo valore è riferito alla corrente i e diventa, naturalmente, del 25% se riferito alla corrente I_n normale di un alternatore, (perchè, nel nostro esempio è, al massimo, $i = \frac{I_n}{2}$).

Come si vede, si possono adottare, con questa inserzione, bobine con reattanza molto superiore a quella dell'inserzione precedente.

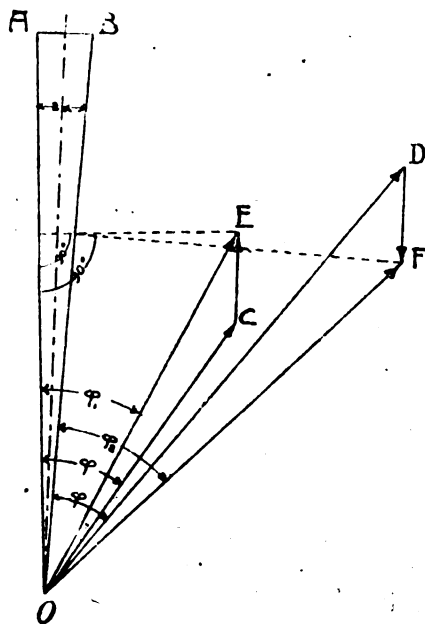



Fig. 12.

Completiamo lo studio dell'esempio di cui fig. 11.

Il carico sulle linee dei due gruppi *1* e *2* sia, rispettivamente, di 24 000 e 40 000 kW, entrambi con cos $\varphi = 0.8$; sarà di 8000 kW la potenza trasversale, percorrente la bobina, potenza, che, per quanto abbiamo visto, avrà un cos $\varphi = 1$.

Il diagramma delle tensioni e delle correnti è, allora, quello della fig. 12, in cui il segmento $AB = ix$ è il 10% dei segmenti $OA = OB = E$; ($x\% = 12.5\%$ riferito a 10 000 kVA). OC ed OD rappresentino — in scala — i kVA rispettivamente assorbiti dai gruppi *1* e *2* (cioè 30 000 e 50 000 kVA); CE e DF rappresentino la potenza trasversale (8000 kVA), naturalmente tracciati paralleli alla bisettrice dell'angolo AOC ed in senso opposto l'uno all'altro. Saranno allora OE ed OF i kVA erogati rispettivamente dagli alternatori dei gruppi *1* e *2*; le loro proiezioni su OA ed OB rappresenteranno le rispettive potenze, che, ovviamente, risultano entrambe di 32 000 kW.

Ma i generatori del gruppo *1* erogheranno tale potenza con un cos $\varphi >$ 0.8 e viceversa faranno quelli del gruppo 2, che, così, possono, anche, venire sovraccaricati in ampere.

Anche l'inserzione delle bobine sulle sbarre serve, sopratutto, a limitare le correnti iniziali di corto circuito, piuttosto che quelle permanenti.

c). *Inserzione sulle linee.* Si possono inserire le bobine su ogni singola linea (v. fig. 13), oppure per gruppi di linee (v. fig. 14); quest'ultima disposizione è più economica, ma presenta l'inconveniente, che, nel caso di un corto circuito su una linea, la tensione si abbassa su tutto il gruppo.

L'inserzione sulle linee è quella, che protegge meglio gli utilizzatori e — naturalmente — è utilissima anche per i generatori, dato che i corti circuiti sono molto più frequenti sulle linee, che sulle sbarre.

La reattanza può scegliersi piccola, riferita al carico normale portato dalla linea, o dal gruppo di linee, perchè diventa — in generale — molto grande, se riferita alla potenza dei generatori alimentatori. La tensione sulle sbarre — in caso di corto circuito sulle linee — non va a zero, ed il macchinario non esce dal sincronismo, come potrebbe succedere senza le bobine [12].

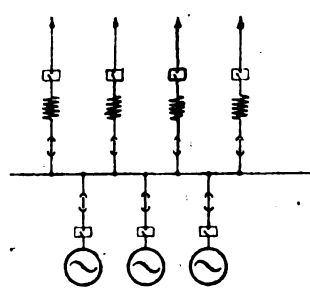
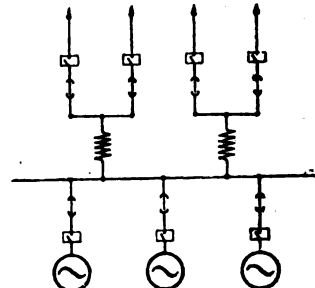



Fig. 13. Fig. 14.

Con questa inserzione, si limita tanto l'intensità di corrente iniziale, che quella permanente.

Naturalmente, oltre agli schemi fondamentali, che abbiamo dato, altri se ne possono adottare, più o meno complessi, per tener conto delle speciali esigenze dei singoli impianti.

COSTRUZIONE.

Le bobine di reattanza devono rispondere ai seguenti fondamentali requisiti:

a) Minima perdita d'energia; si dimensiona il rame in modo da perdervi al massimo il 5 — 6% dei kVA di targa.

Ad esempio, si abbia una terna di bobine con reattanza 4% su una linea da 3000 kVA.

Ogni bobina avrà quindi una portata di 40 kVA e, ammettendo una perdita del 5%, si perderanno 2 kW per bobina, cioè 6 kW per l'intera terna. Riferendola a 3000 kVA, si vede che tale perdita è del 0,2%, cioè trascurabile.

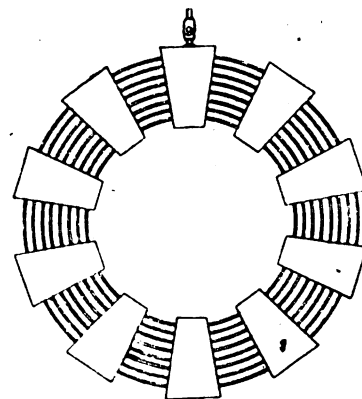



Fig. 15.

b) Non avere il nucleo di ferro, per evitare la saturazione magnetica all'atto del funzionamento, con conseguente diminuzione di efficacia. A rigore — per reattanze intorno al 25% — il nucleo di ferro sarebbe, ancora, ammissibile, anzi potrebbe portare ad una costruzione

---

[12] *Steinmetz* - Power Control and Stability of Electric Generating Stations - *Gen. El. Rev.*, agosto e settembre 1920.

più economica; ma per valori più piccoli, il ferro dovrebbe avere dimensioni esagerate.

c) Presentare un notevole grado di sicurezza rispetto alle sovratensioni; quindi avere avvolgimenti rinforzati alle estremità e capaci di resistere alle inevitabili sollecitazioni, di natura elettrica e meccanica.

d) Poter sopportare, almeno temporaneamente, il riscaldamento, prodotto dalle correnti di corto circuito.

e) Non costituire circuiti oscillanti, con altre parti dell'impianto.

Le bobine, attualmente costruite dalla General Electric Co. (v. fig. 15 e 16) non hanno nucleo: le spirali, costituite da tondino rame, sono disposte in strati radiali, conici, gli strati adiacenti avendo inclinazioni opposte. L'avvolgimento procede, spira per spira, dall'esterno all'interno per il primo strato; dall'interno all'esterno per il secondo e così via. I sostegni delle spirali sono costituiti da colonne di un cemento speciale (trattato con vapore ad alta pressione, per ottenere una elevata resistenza meccanica) colato attorno alle spirali stesse, dopo che queste sono state avvolte sopra una forma opportuna. L'isolamento è affidato agli spazi d'aria fra spira e spira, eccetto, naturalmente, in corrispondenza delle colonne, dove è affidato a quel cemento speciale, che, oltre ad essere un ottimo isolante, non è deteriorabile con il calore. Per quest'ultima ragione si è abbandonato l'impiego del legno, imbevuto di resine, che si adoperava nei primi tipi.

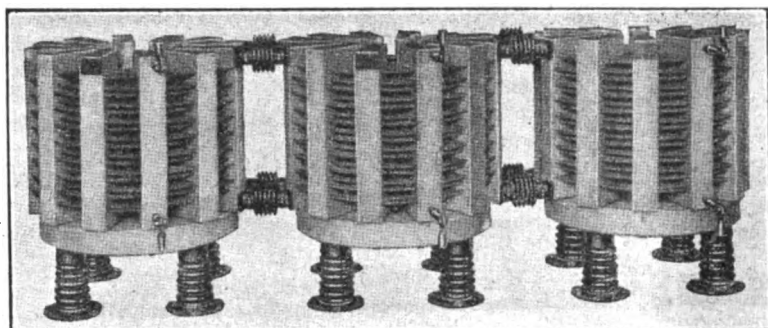



Fig. 16.

Le bobine della General posano su una base anulare di cemento a sezione rettangolare e sono sostenute da isolatori.

Gli sforzi di attrazione e repulsione fra le bobine delle varie fasi possono essere — all'atto del funzionamento — notevolissimi, raggiungendo l'ordine delle tonnellate. Tali sforzi determinano un momento di rovesciamento, che può vincere quello di stabilità, dovuto al peso delle bobine: in tal caso, si aumentano le distanze, o si interpongono degli opportuni isolatori, fra le singole bobine.

Analoga costruzione è quella della Brown Boveri di Baden e della Westinghouse Mfg. Co. — la quale, in questi ultimi tempi, ha costruito anche bobine trifasi, anzichè monofasi, come le altre ditte. La ditta Fergusson, di Londra, racchiude completamente le spirali nel cemento, ottenendo così delle specie di tamburi cilindrici.

Ad evitare il pericolo di fenomeni di risonanza, si possono adottare, in derivazione sulle spirali, delle resistenze ohmiche, realizzando così — inoltre — un sistema di protezione contro le sovratensioni (brevetti Campos).

CALCOLAZIONE.

Basandoci su criteri di massima convenienza e variabili caso per caso, si fissa il valore della reattanza $x\%$, in percento della tensione normale e riferita alla corrente normale, che deve attraversare la bobina. Si ricava, allora, il valore della reattanza in ohm, e, quindi, quello della induttanza in henry.

$$x = x\,\%\,\frac{E}{i}\ \text{ohm}\quad \left(\text{perchè } x\,\% = \frac{x\,i}{E}\ \text{essendo } E = \text{tensione di fase}\right);$$

$$L = \frac{x}{2\pi f}\ \text{henry}\qquad (f = \text{frequenza})$$

Le dimensioni della bobina si possono calcolare, ad esempio con la formula seguente ([13]).

$$L = \frac{a + 1.5\,s + r}{(2\pi r N)^2} \times F' \times F'' \times 10^{-9}\ \text{henry}$$

dove: (v. fig. 17)

r = raggio medio della bobina in cm
a = altezza assiale della bobina in cm
s = spessore dell'avvolgimento in cm
N = numero totale delle spire

$$F' = \frac{10\,a + 13\,s + 2\,r}{10\,a + 10.7\,s + 1.4\,r}$$

$$F'' = 0.5\,\log_{10}\left(100 + \frac{14\,r + 7\,s}{2\,a + 3\,s}\right)$$

Normalmente si tiene $2r = a$.

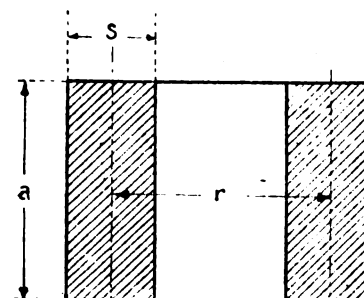



Fig. 17

CONCLUSIONE.

Abbiamo visto che — nei grandi impianti, quali si vanno attualmente sviluppando — le correnti di corto circuito possono raggiungere valori enormi (calcolabili in ogni caso e per ogni istante) e ne abbiamo esaminato gli effetti perniciosi.

Le protezioni repressive (relais, ecc.), come tutti i rimedi di tale natura, per quanto perfezionate, non possono soddisfare completamente i bisogni dell'esercizio; altrettanto dicasi per quelle preventive, che — sostanzialmente — consistono nel dimensionare largamente (e costosamente) macchinario ed apparecchiatura. Più conveniente è aumentare la reattanza dell'impianto, sopratutto mediante *bobine reattive* (di preferenza installate sulle sbarre, o sulle linee) alle quali, secondo ogni probabilità, dovrà presto o tardi ricorrere chi vorrà efficacemente proteggersi dalle conseguenze dei corti circuiti.

Milano, marzo 1921.

BIBLIOGRAFIA.

1) - C. P. STEINMETZ - *Power Control and Stability of Electric Generating Stations.* - (Gen El. Rev., Agosto e Settembre 1920, pag. 668 e seg.).
2) - E. S. HENNINGSEN — *Short - Circuit Tests on a 10.000 kVA Turbine-Alternator.* - (Gen. El. Rev., Marzo 1920, pag. 214)
3) - L. BINDER - *Kurzschluss Erwärmung in Kraftnetzen* - (E. T. Z., 1916, pag. 589).
4) - E. G. MERRICK - *Effect of Short Circuits on Power House Equipment.* (Gen. El Rev., Novembre 1919, pag. 935).
5) - F. SCOUMANNE - *Note sur la protection des Centrales contre les effects des courts circuits* - (Rev. Gen. Electric., 11 e 18 agosto 1917).
6) - *La protection contre les courts circuits dans les Centrales* - (Revue B. B. C., Novembre-Dicembre 1918, pag. 208).
7) - *Calcul des courants des courts circuits et des leurs effects* - (Revue B. B. C, Maggio-Giugno 1920).
8) - B. BAUER - *Ricerche sugli interruttori in olio* (Bull. Ass. Suisse ed Elettrot., Maggio 1918, pag. 178).
9) - P. TORCHE - *Les interrupteurs à huile* - (Rev. Gen. Electr., 31 Agosto 1918, pag. 311, ed Elettrot. 15 Ottobre 1919, pag. 278).
10) - P. CHARPENTIER - *Les phénomènes d'interruption dans l'huile* - (Rev. Gen. Electr., 27 Novembre 1919, pag. 404).
11) - I. W. GROSS - *Short Circuit Protection* - (Proceed. A. I E. E., Genn. 1915, pag. 25).
12) - E. ROSENTHAL e F SINGER - *Le proprietà meccaniche della porcellana* - (E. T. Z., 9 Settembre 1920 ed Elettrot. 25 Giugno 1920, pag. 54),
13) - O. C. TRAVER - *Recent development in relays* - (Gen. El. Rev., Novembre 1919, pag. 88).
14) - M. ROSENBOURNE - *Appareillage automatique de protection* - (Rev. Gen. El., 29 Novembre 1919, pag. 774).
15) - I. PRINETTI - *Sistemi di comando degli interruttori automatici.* - (Elettrot. 15 Gennaio 1920, pag. 22).
16) - M. A. SAVAGE - *Exstinguishing fires in large totally enclosed Generators.* - (Gen. El. Rev., Gennaio 1918, pag. 53).
17) - M. E SKINNER - *Three-Phase Current Limiting Reactors.* - (The Electric Journal, Gennaio 1921, pag. 23).
18) - MORGAN BROOKS e H. M. TURNER - *Inductance of Coils* - (Bull. 53, Università di Illinois).
19) - EDW. B. ROSA e S. COHEN - *Formulae and Tables for the Calculation of Mutual and Self - Inductance.* - (Bull. of the Bureau of Standards, Vol. VIII, pag. 1, 1912).
20) - E. ARNOLD - *Die Wechselstromtechnik*, vol. I, I e IV.

([13]) V. *Morgan Brooks e H. M. Turner* - Inductance of Coils., *Bull.* n. 53, Univers. di Illinois.

NUOVO REOMETRO PER CORRENTE ALTERNATA

Dott. ELIGIO PERUCCA

I reometri industriali per corrente alternata (misuratori del valore efficace di una tensione o di una corrente) si possono classificare, come è ben noto, in varie categorie a seconda del principio sul quale si fondano, ma in sostanza, se ne possono formare due gruppi principali:

reometri termici,

reometri elettromagnetici (a ferro dolce, elettrodinamici, Ferraris, ...).

Agli strumenti di ciascun gruppo corrispondono vantaggi e difetti speciali; questi ultimi sono spesso notevoli, sicchè la questione di un buon reometro per c. a. si deve ritenere ancora aperta.

Tra i difetti comuni a tutti i reometri per correnti alternate è la non uniformità della scala. Infatti la forza f, utilizzata per la misura della c. a. che li attraversa, risulta proporzionale di solito a I^2_{eff} (o ad E^2_{eff}).

La sensibilità di questi strumenti, essendo a sua volta proporzionale a $\frac{df}{dI_{eff}}$, risulta proporzionale ad I_{eff}; diminuisce, quindi, con l'intensità da misurare, e tende a zero con questa.

D'altro lato, la forza f esercitata sull'equipaggio mobile connesso con l'indice, viene ordinariamente equilibrata dalla forza antagonista

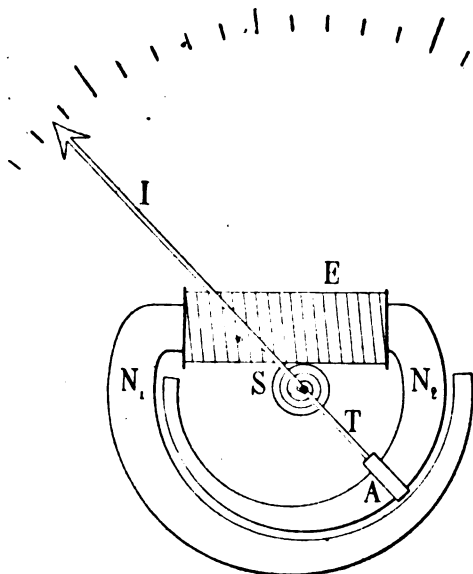



Fig. 1.

di una molla a spirale, ovvero da un peso, così che lo spostamento α (di solito, una rotazione) dell'indice dalla posizione di riposo risulta all'incirca proporzionale a I^2_{eff}. Ne consegue che la graduazione degli strumenti su accennati non è uniforme.

Questo inconveniente è molto sgradevolmente sentito nella pratica, e però varii artifizii sono già stati escogitati per eliminarlo. Si cerca che nella $\frac{df}{dI_{eff}} = K I_{eff}$, K risulti non costante, ma sensibilmente uguale a $\frac{C}{I_{eff}}$ con C costante. Naturalmente in tal caso dovrebbe essere $K = \infty$ per $I_{eff} = O$, cioè non è praticamente possibile una scala uniforme a partire dallo zero. Si cerca che essa sia tale nell'intervallo più esteso possibile, senza che questo giunga fino allo zero — limitazione praticamente non grave.

Si hanno così in commercio varî reometri elettromagnetici a scala all'incirca uniforme per un certo tratto; ma questo vantaggio è ottenuto a scapito della semplicità di costruzione, della sensibilità, dell'ampiezza della scala. Ripetiamo, quindi, che la questione di un reometro per c. a. a scala uniforme non si ritiene ancora risoluta. Crediamo perciò di far cosa grata ai lettori dell'*Elettrotecnica* dando notizia di un apparecchio di questo tipo recentemente brevettato dal Dott. C. Poli, e che, al vantaggio della scala uniforme, riunisce varî altri pregi notevoli.

L'apparecchio è costituito da un'elettrocalamita E percorsa dalla c. a. da misurare, e il cui nucleo N_1, N_2 ha la forma indicata in figura. Una delle espansioni polari dell'elettrocalamita (in fig. N_2) è circondata da un anello metallico, portato dall'asticella T, imperniata in O e terminante nell'indice I. Il passaggio della c. a. nell'elettrocalamita crea nell'anellino A delle correnti indotte, e l'azione elettrodinamica tra queste correnti e la corrente primaria dà luogo a una repulsione dell'anello A verso l'estremità dell'espansione N_2 (esperienza classica di Elihu Thomson). La forza repulsiva f è equilibrata dalla forza elastica della molla S. La deviazione (angolare) α è proporzionale ad f e, quindi, funzione di I_{eff}.

La caratteristica del nuovo strumento sta nel fatto che, con la forma speciale delle estremità polari, sommariamente accennata in figura, la forza f può risultare per ampio tratto proporzionale ad I_{eff}, dando luogo ad una corrispondente graduazione uniforme. Anche in questo strumento non si riesce ad ottenere la scala uniforme fino allo zero, come succede negli strumenti già in uso; ma si è già detto che questo difetto non è grave. Lo smorzamento vi è ottenuto in modo molto elegante, sostituendo all'anello A della figura un dischetto piatto e forato che funziona da smorzatore per l'attrito prodotto dall'aria nell'intraferro.

Il nuovo reometro riunisce in sè i seguenti pregi, confermati da alcune prove preliminari eseguite dallo scrivente:

1) buona sensibilità, più che sufficente per uno strumento da quadro;
2) realizzazione della scala uniforme;
3) massima ampiezza di graduazione (fino a 180°);
4) autoinduzione e resistenza ohmica piccole, e, quindi, lieve autoconsumo di energia;
5) indipendenza dalla temperatura e dal tempo;
6) semplicità di costruzione, e, quindi;
7) solidità;
8) costo moderato.

Torino, 7 marzo 1921.

DISPOSITIVI E MATERIALI PER L'ARMAMENTO DELLE LINEE TELEGRAFICHE-TELEFONICHE (1)

G. B. SERRA

Gli odierni impianti italiani di linee telegrafiche poco differiscono da quelli di mezzo secolo fa, malgrado il rilevante aumento verificatosi nel numero dei fili e le molteplici deficienze emerse nel servizio pratico. Tali deficienze sono in buona parte esaminate nei capitoli successivi, i quali però concernono sopratutto un nuovo, organico armamento delle linee telegrafiche-telefoniche, studiato a seconda delle buone norme costruttive. Esso ha pertanto lo scopo di aumentare l'attuale durata dei pali, dei fili e degli isolatori e, in confronto con gli impianti eseguiti secondo i sistemi oggi in uso, di aumentare la capa-

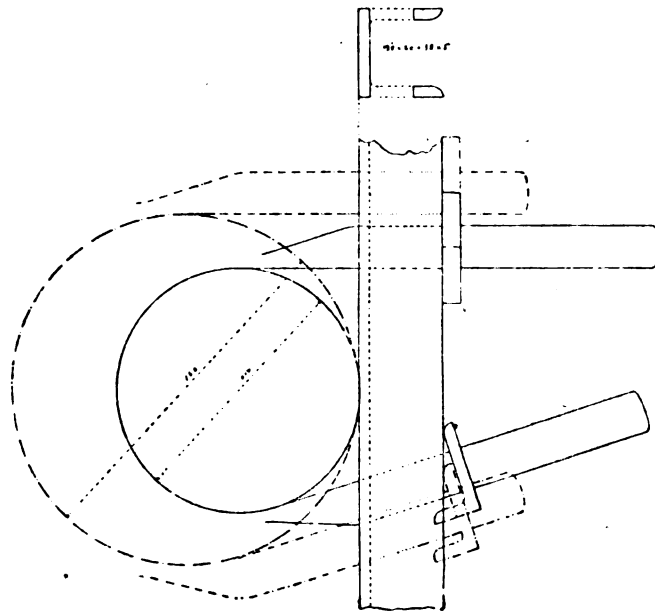



Fig. 1.

(1) Riassunto dalla Rivista *Telegrafi e Telefoni*, Roma 1920, n. 2 e 3.

cità e la sicurezza degli appoggi, di migliorare l'isolamento elettrico dei conduttori, di facilitare l'opera dei guardafili, nonchè, per i tronchi principali, di ridurre le spese della relativa posa in opera.

Traverse e bracci porta-isolatori.

Nelle attuali traverse, la distanza regolamentare e costante di cm 30 tra i varî fili, *mantenuta pure fra quelli che comprendono il palo di sostegno*, riesce insufficiente al passaggio di un uomo, e, mentre procura agli operai un grande imbarazzo, ne rende il lavoro penoso e poco accurato.

Negli schizzi fig. 1, 2, 3, e nella fotografia fig. 4, è con precisione indicato l'armamento delle nuove traverse, tanto a sei quanto a 12 bracci; esso, mentre lascia un largo margine di passaggio degli agenti

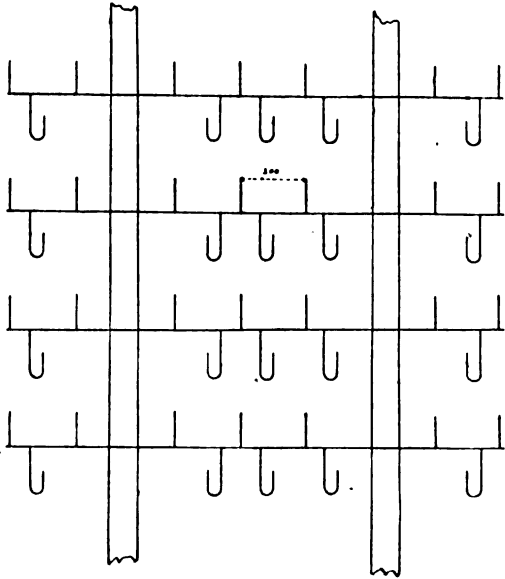



Fig. 2.

(cm. 46), garantisce meglio dell'attuale la facile sorveglianza delle linee, che, con la disposizione a rombo, hanno tra di loro l'ordinaria distanza laterale di. cm. 30 e distanza fra due fili contigui contenuti in un piano verticale di cm 52 circa.

Per ogni traversa a 12 bracci porta-isolatori, 7 di questi riescono diritti e 5 curvi, secondo lo schizzo fig. 3 e la fotografia fig. 4: in quest'ultima però il lato con dato del braccio curvo venne lasciato rettilineo solo per comodità di costruzione.

I proposti bracci diritti, per il minor peso e per l'assenza dei laboriosi ricalchi a fuoco, sono più economici di quelli attuali.

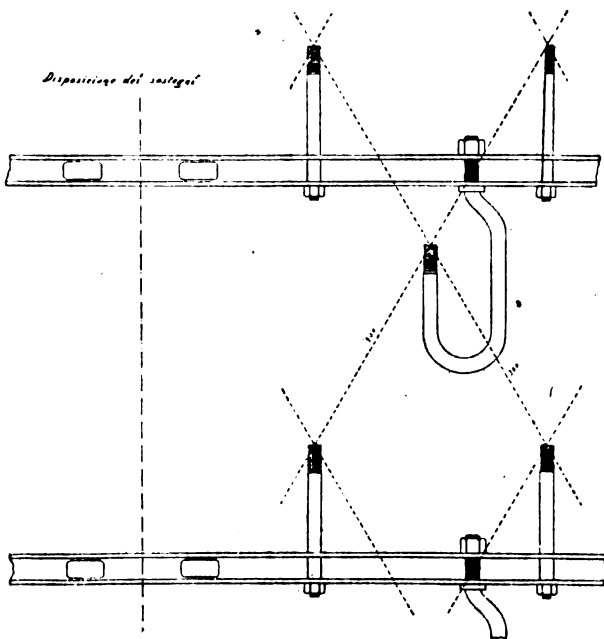



Fig. 3.

Ciascuna delle nuove traverse ha il peso di kg 10 circa, e cioè pari a quello di una delle attuali traverse ad otto bracci, foggiate ad *L*. E poichè per la posa di 24 fili occorrerebbero due delle prime e tre delle ultime nominate sbarre, il cui lavoro di punzonatura è pari, si vede come, solamente nel materiale delle traverse, il sistema in discorso conduce ad un'economia nella misura del 30% circa.

Riassumendo, dal punto di vista tecnico l'armamento in progetto riesce preferibile all'attuale per i motivi che seguono:

1. — La distanza verticale tra i fili è portata da cm 30 a cm 52, e perciò più difficilmente possono stabilirsi tra di essi degli eventuali contatti.

2. — Il passaggio riservato agli agenti è portato a 46 cm invece dei 30 attuali, facilitando per tal modo tutte le operazioni e la manutenzione.

3. — I bracci porta-isolatori riescono collegati più rigidamente alla traversa, perchè essi, con l'introduzione fra i due lati della *U*, hanno incastro di 40 mm invece degli attuali mm 5; bene è vero che gli ordinari braccetti diritti hanno appoggio anche sulla base, ma per gli scuotimenti cui essi vanno soggetti, il dado sottostante può allentarsi e la perfetta stabilità dell'appoggio venir meno.

4. — L'altezza dei braccetti diritti sulla faccia superiore delle traverse è di circa cm 14 invece dei 10 ora in uso; si ha per ciò mezzo di rendere più profonda la cavità dell'isolatore, per evitare l'attuale momento flettente, che la tensione del filo induce fra l'isolatore ed il braccio porta-isolatore.

5. — La congiunzione tra l'isolatore ed il relativo braccio, mercè la soppressione del collarino e la sostituzione di esso con la gola dianzi accennata, può rendersi più uniforme e più sicura.

A ben chiarire questi due ultimi argomenti, è necessario ricordare in qual modo è ottenuta la congiunzione tra gli isolatori ed i rispettivi sostegni, perchè ciò costituisce una delle più essenziali particolarità di armamento delle linee, specie in rapporto all'isolamento elettrico di esse.

Nella fig. 5 è riprodotta l'estremità di uno dei bracci porta-isolatori oggi in uso nell'Amministrazione italiana dei telegrafi, ed è indicato il modo onde la cordicella catramata di guarnizione viene applicata sull'estremità del pezzo. Ad innesto ben stabilito, intanto, la solidità del collegamento tra le due parti, costrette con opportune ener-

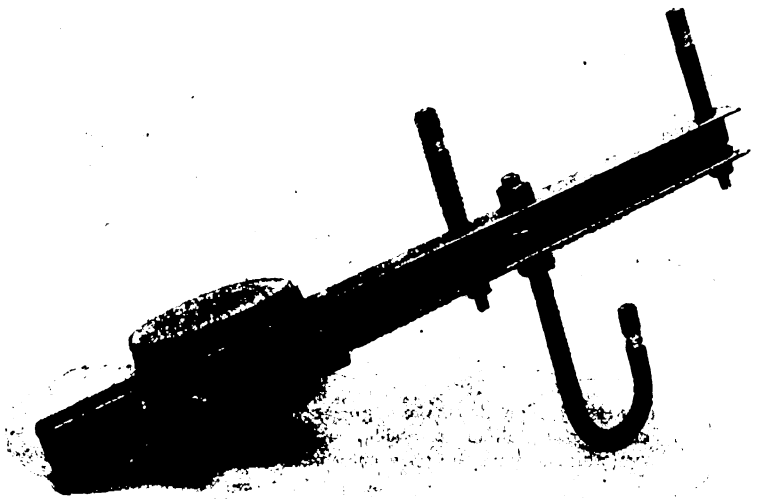



Fig. 4.

giche manovre a calettare l'una sull'altra, dovrebbe essere garantita dall'azione delle forze che ovviamente generansi in dipendenza di tale operazione e che possono elencarsi come segue:

a) dalla pressione diretta in *A* (fig. 7) tra il fondo del foro centrale dell'isolatore e la testa del sostegno, mercè l'interposizione del cuscinetto di corda compressa;

b) dall'attrito laterale in *B B*, sviluppatosi alla superficie della corda catramata e pressata tra la filettatura esterna del braccio in

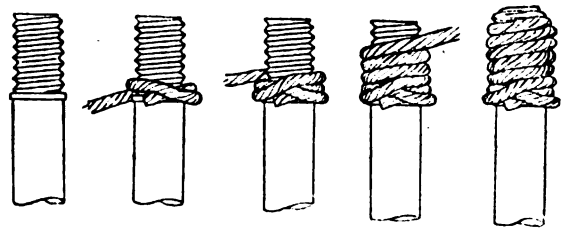



Fig. 5.

ferro e la filettatura interna dell'isolatore, avvitato a forzare sull'elica costituita dalla detta corda;

c) dalla pressione diretta tra la parte svasata dell'isolatore al di fuori della sua filettatura, ed il risalto costituente base di appoggio, che è formato dal doppio giro di corda pressata in *C C*, contro il collarino metallico di arresto esistente sul sostegno.

Inoltre, la pratica conferma che quando l'operazione fosse accuratamente eseguita, col detto metodo potrebbe ottenersi una congiun-

zione perfettamente stabile tra isolatore e sostegno, specie se, dopo l'avvolgimento della fig. 5, la superficie esterna della cordicella venisse spalmata con mastice costituito da olio di lino cotto e litargirio.

Tuttavia ciò non sempre avviene, e d'altronde nei casi in cui debbano essere ricambiati degli isolatori nell'interno di coppie armate a numerose traverse, l'operazione non può essere eseguita a dovere, perchè l'operatore, stretto nel fascio dei fili comprendente il palo, trovasi materialmente impossibilitato ad utilizzare tutte le sue risorse e quindi a fare un lavoro perfetto. Così, verificasi con deplorevole frequenza il caso in cui o manca nell'innesto l'appoggio di base *C C* (fig. 7), o le pressioni di collegamento in *B B* hanno scarso valore, od infine l'innesto ottenuto non è sufficientemente robusto per resistere al

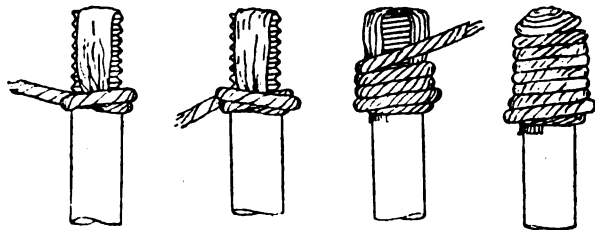



Fig. 6.

momento flettente che, specie nelle linee in curva, sviluppasi per il fatto che lo sforzo del filo (*S* fig. 7) viene impresso sull'isolatore all'altezza del collo (ove il filo medesimo è legato), mentre il relativo sostegno metallico trovasi collocato ad un livello molto più basso.

Tra i molteplici modelli di isolatori telegrafici in uso nelle principali nazioni d'Europa e d'America, solo il modello di isolatore italiano presenta tale grave difetto costruttivo, difetto finora non eliminato, forse a causa delle molteplici variazioni all'uopo richieste per l'armamento generale delle linee.

Nei menzionati casi, pertanto, l'isolatore si abbatte simmetricamente sul proprio sostegno, e, quando non si verifichi la rottura di qualcuna o di entrambe le campane, l'isolamento elettrico viene ridotto per contatto diretto col braccio in ferro, mentre la parte di fondo dell'isolatore stesso viene esposta alle intemperie e quindi soggetta ad un'ulteriore riduzione di isolamento anche nelle parti intatte e lontane dal metallo. Se poi il cuscinetto in *A* (fig. 7) non è eseguito a dovere nella messa in opera dell'isolatore, il risalto di base *C C* può penetrare e forzare entro la parte filettata dell'isolatore medesimo, provocandone la rottura presso la campana interna.

Per eliminare nei bracci il collarino metallico, che se è indispensabile per assicurare l'innesto tra isolatore e sostegno, è pure di difficile costruzione e concorre quindi sensibilmente a far aumentare il costo dei bracci stessi, si può procedere come segue, allo scopo principale di ottenere un collegamento fra i due pezzi solido tanto quanto quello ottenibile coi bracci ora in uso. In un braccio qualsiasi, si filetti nel modo ordinario la cima destinata a portare l'isolatore ed al posto dell'attuale collarino metallico sporgente, si pratichi invece una scanalatura. L'avvolgimento della funicella catramata in questo caso dovrà ese-

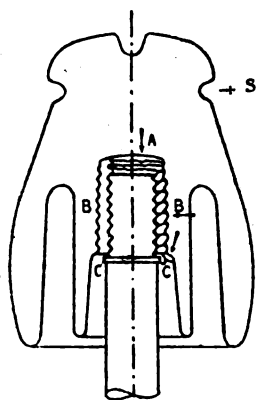
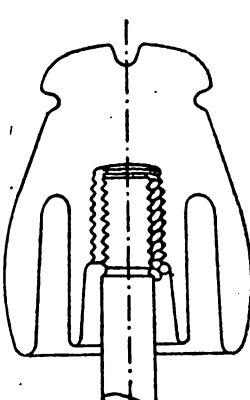



Fig. 7. Fig. 8.

guirsi secondo speciali norme. Si sfilaccerà, per modo da costituire un largo fiocco, l'estremità della corda per una lunghezza tale da cingere assialmente tutta la parte filettata del braccio in ferro, cominciando da un punto qualsiasi della scanalatura fino al punto diametralmente opposto di essa. Indi, giusta quanto risulta dalla fig. 6, si formerà entro la detta gola un primo stretto giro della fune, fissando in modo sicuro le estremità della parte precedentemente sfilacciata e quindi intestata e tesa come una larga fettuccia lungo l'estremo filettato del braccio in ferro. Immediatamente sopra tale primo giro se ne formerà un secondo, e quindi, sovrapposto tra i primi due, un terzo. In seguito si continuerà ad avvolgere e stringere la fune come negli ordinari bracci a collarino (fig. 8).

Collare flessibile.

E' costituito da un tondino di mm 19 e da una parte piatta avente la sezione di mm 5 $\times$ 55; è rappresentato nello schizzo fig. 9, nella fotografia fig. 10 e trovasi applicato su tutti quegli altri modelli fotografati, nei quali si è voluto ottenere la congiunzione di un pezzo me-

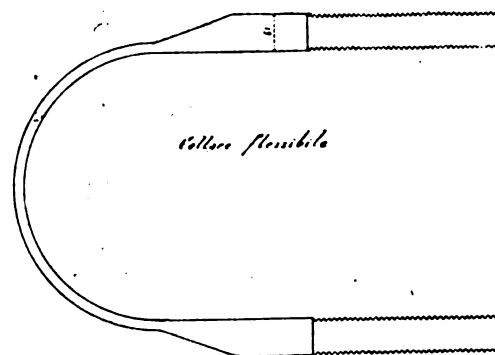
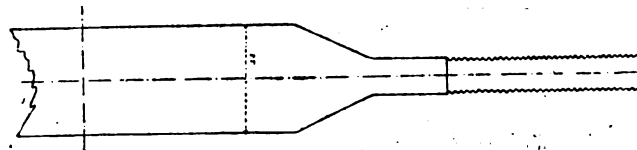



Fig. 9.

tallico al palo. Come appare dagli esemplari realmente costruiti e fotografati, il collare risulta flessibile; esso poi ha la potenza degli usuali organi di collegamento, perchè ha la medesima sezione. Lo sviluppo dato alle sue branche consente di stringere pali aventi diametro da 10 a 16 centimetri: esso può quindi stringere in ogni punto gli ordinari pali. La sua parte centrale, fatta a fettuccia, ha lo spessore di 5 mm usato negli ordinari ferri piatti, ed ha ampiezza di mm 55, che consente una larga aderenza sulla superficie esterna del palo. Come si è

Fig. 10.

Fig. 11.

detto, tale parte centrale risulta flessibile e perciò il collare può essere adattato a buona parte della periferia del palo, senza manomettere il palo stesso ed in modo che la sua pressione riesca diretta dall'esterno verso il centro del pezzo che si vuole stringere.

Per comodità degli agenti, i collari possono essere manovrati, oltre che a mano, anche da morsetti analoghi a quelli delle fig. 11 e 12. Col collare flessibile può ottenersi un attacco praticamente rigido tra palo e traversa, ed a media tensione del collare stesso il metallo penetra e s'incassa nel palo, anche se questo è di castagno selvatico.

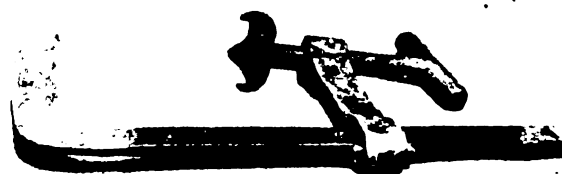



Fig. 12.

Da ciò che precede emerge pertanto una circostanza sul valore della quale riesce superflua ogni insistenza: una coppia di pali paralleli può *esser resa indeformabile*, senza il sussidio nè dei nostri puntelli, nè delle intelaiature metalliche, tanto in uso all'estero (fig. 13-*a*).

Ed invero, se una coppia di pali paralleli, (fig. 13-*b*) posti alla distanza regolarmente di m. 1,20, senza puntelli, viene armata con una serie di traverse ed indi sottoposta all'azione di forze orizzontali esterne giacenti nel suo piano, si ha il confronto che segue tra gli attuali organi di collegamento a chiavarde ed i proposti collari flessibili.

Nel primo caso le chiavarde, funzionando da perfetti perni di rotazione, come è indicato nella fig. 13-*c*) renderanno il *sistema articolato* e quindi la coppia non avrà la resistenza maggiore della somma delle resistenze singole di ciascun palo (Vedi Brunelli « Appunti Meccanica »). Nel caso invece che ogni congiunzione fra le traverse ed il palo, come avviene col collare flessibile, possa rendersi indeformabile,

allora la coppia dei pali formerà sistema rigido, la resistenza del quale ascende a circa 40 volte quella di un palo unico (vedi Brunelli, opera citata). La coppia così irrigidita pertanto, resisterà agli sforzi esterni anche in maniera tale che un palo farà da puntello all'altro.

Tutto ciò riesce manifesto quando si consideri che i collegamenti in *K*, *N*, ecc. della fig. 13-*d*), risultano formati da specie di cinture metalliche o di manicotti applicati lungo i pali, per modo da costituire su questi dei veri incastri meccanici. Segue quindi che per una sollecitazione *S*, i pali non potranno più orientarsi come nel caso c), poichè

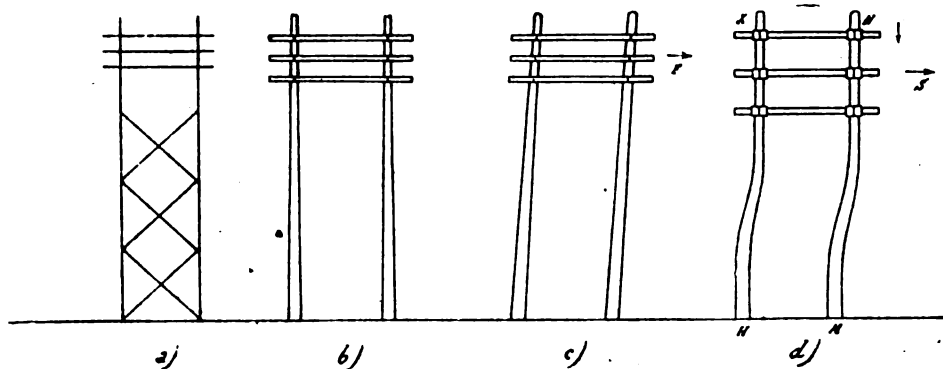



Fig. 13.

saranno cimentati a doppia flessione, come avviene per ogni trave incastrata alle due estremità, le quali tendano a spostarsi parallelamente a loro stesse, ma in senso contrario.

Ovviamente poi nella struttura dello schizzo *d*), dovrà verificarsi che con l'applicazione della forza *S*, il palo *H K* tenderà a piegarsi nella direzione della forza medesima e perciò tenderà a far ruotare verso il basso l'estremo *N* della sbarra *K N*, solidale col detto palo: l'altro palo *M N* funzionerà quindi da puntello. Inoltre, se nel sistema della stessa fig. 13), schizzo *d*), si aumenterà il numero delle traverse, applicandole verso la base della coppia, questa tenderà sempre più a consolidarsi, finchè per un congruo quantitativo di sbarre, essa potrà ritenersi come un tutto rigido e cioè come un sistema praticamente indeformabile.

*

Con l'impiego del collare flessibile vengono evitate le manomissioni e le forature del palo richieste dall'armamento con le chiavarde; le quali ultime inoltre, forzando contro le pareti dei fori, tendono ad aprire le fibre del legno, facilitandone l'impregnazione di umidità e l'imputridimento. Il collare flessibile nei frequenti casi di spostamento di linea può essere rimosso, per rinnovare in altro punto un attacco di uguale potenza ed ugualmente utile contro le sfaldature e le cipollosità del legname. Il complesso delle coppie parallele, pertanto, verrebbe ad assumere una grande stabilità trasversale, e, nelle lievi curve, *i puntelli potrebbero essere risparmiati.*

Armamento delle traverse a 6 bracci.

Per evitare un'eccessiva compressione del legname nel caso di un palo di sostegno per traverse a 6 bracci, si può avere una giunzione

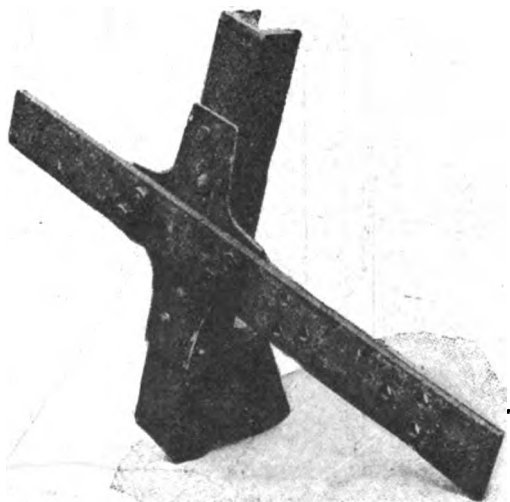



Fig. 14.

rigorosamente rigida, mercè l'impiego di uno spezzone di lastra di ferro del solito spessore di mm 5, tagliata a crociera, come è indicato nella fig. 15, e come è applicato nel modello al vero, fotografato nella figura 14.

Inchiodando tale crociera all'esterno del lato medio della *U* ed applicandola alle sbarre portatraverse, del tipo ora in uso, sulle quali siano praticati opportuni fori di passaggio per piccoli bulloni, si può raggiungere la rigidità che si vuole, perchè oltre al diametro dei chiodi e dei bulloni, si può stabilire a volontà la distanza massima fra i chiodi o i bulloni estremi di collegamento. E così alle deformazioni del sistema vengono ad opporsi le sezioni resistenti dei chiodi o bulloni, considerate però in rapporto al braccio di levà stabilito con la suddetta distanza fra i punti estremi. Ciò intanto non è possibile col sistema oggi in uso. Ed è superfluo aggiungere che mediante fori preparati in precedenza sulla sbarra di sostegno, si possono in ogni tempo eseguire tutti gli spostamenti necessari nella linea.

La detta sbarra potrebbe essere fissata al palo secondo l'ordinario sistema delle chiavarde passanti. Ma poichè queste, sotto lo sforzo dei fili, specie durante le intemperie, tendono ad aprire le fibre del legno ed a farvi depositare dell'umidità, conviene ricorrere al sistema di collegamento senza manomissione del palo. Ciò che può anche conseguirsi in maniera robusta e sicura mediante il semplice dispositivo indicato nello schizzo fig. 16. Alla sbarra portatraverse basta collegare con chiodi due spezzoni di ferro d'angolo, i quali nel vano libero possano accogliere un collare flessibile e sui lati sporgenti, possano sostenere due riparelle analoghe a quelle delle traverse a 12 bracci.

Traversa per quadrati telefonici.

Le traverse ed i collari proposti possono utilizzarsi anche per la costruzione di quadrati telefonici da impiegare in luogo degli attuali bracci quadrupli, i quali assai spesso riescono imperfetti nella realiz-

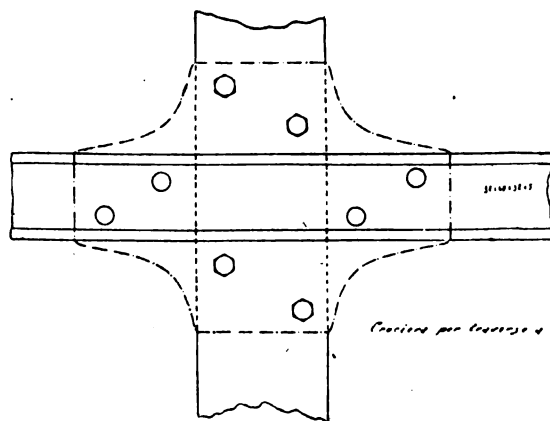



Fig. 15.

zazione del quadro, vanno soggetti a deformazione per urti nei trasporti, sono di costruzione complessa e costosa e riescono deboli presso le chiodature, in causa dell'eccessiva vicinanza fra i chiodi di collegamento,

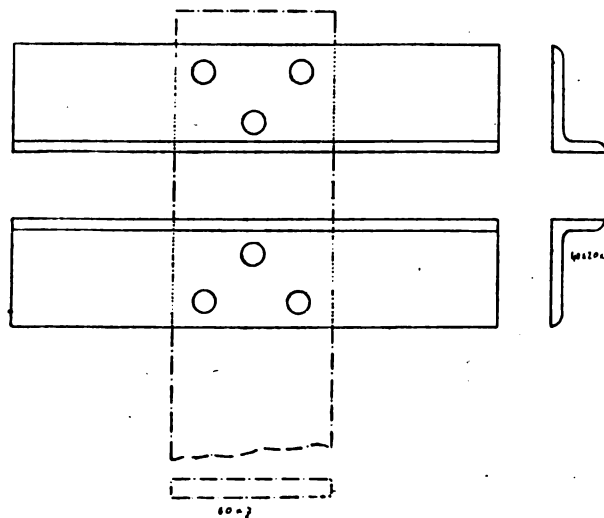



Fig. 16.

Tutto ciò a prescindere dal fatto che con tali bracci rendesi necessario l'impiego delle chiavarde e quindi il ritorno alle forature ed alle manomissioni dei pali. Per eliminare tali inconvenienti e per meglio assicurare ai sostegni una forma perfettamente quadrata, può procedersi nel modo che segue.

Presso la cima di una coppia di pali armata con le proposte traverse ad *U*, se ne collochi un'ultima (od eventualmente anche più d'una), sagomata e corredata di bracci secondo le speciali indicazioni della fig. 17. Da questa risulta che sulla detta traversa sono calettati tre gruppi di bracci speciali e cioè due esternamente alla coppia ed uno nel mezzo di essa. Ogni gruppo è costituito da due braccetti diritti e due curvi, della forma indicata ed aventi lunghezza alquanto superiore a quelli in ferro della fig. 3.

Con tale disposizione, intanto, vedesi che ognuno dei citati gruppi può, in maniera semplice e sicura, costituire un quadrato rigorosamente perfetto ed atto a sostituire vantaggiosamente gli attuali bracci quadrupli. Inoltre ciascuno dei gruppi stessi riesce ben nettamente distinto sia dai rimanenti gruppi sia dai dispositivi sottostanti.

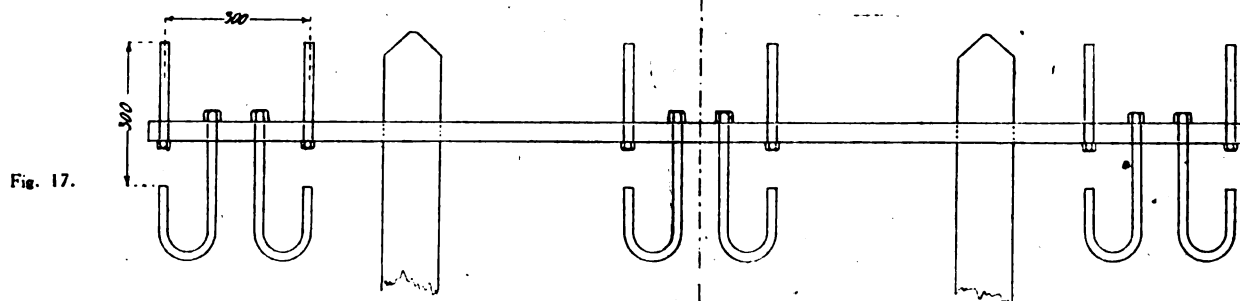



Fig. 17.

Ovviamente per un palo unico si può, con gli accorgimenti usati per le traverse a 6 bracci, realizzare traverse con due dei menzionati gruppi. Ed infine può realizzarsi anche un gruppo unico a 4 posti, coi dispositivi indicati nella fig. 18, da fissarsi al palo con unico collare flessibile: gli odierni bracci quadrupli perciò potrebbero essere totalmente aboliti.

Il collare flessibile può anche utilizzarsi per ottenere un rigido collegamento dei puntelli ai pali, impiegando i semplici dispositivi indicati nello schizzo della fig. 19 ed applicati nel modello fotografato nella fig. 20.

Isolatori.

Trattando dei bracci delle traverse, si è detto come gli isolatori in uso nell'Amministrazione italiana dei telegrafi, abbiano il difetto di trasmettere al proprio sostegno lo sforzo in essi indotto dal filo di linea, mercè una sollecitazione per flessione del materiale costituente l'isolatore medesimo, e più precisamente, del pezzo di porcellana compreso fra il collo dell'isolatore (*S* fig. 7) ed il principio *C* della sua cavità interna filettata. Ove però si consideri che presso al collegamento col

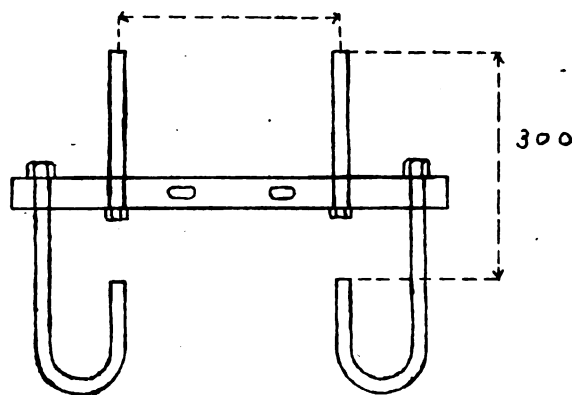



Fig. 18.

braccio in ferro, il detto pezzo di porcellana è quasi per intero costituito da un esile tubo, emerge una nuova importante circostanza: emerge cioè che la menzionata sollecitazione esercitasi non sul corpo dell'isolatore, nella parte massiccia di esso, ma principalmente sulle sue parti più deboli, le quali dovrebbero invece avere ufficio solo di lamine isolanti.

Sia esclusivamente per tali cause, sia perchè l'innesto tra isolatore e braccio non è regolarmente eseguito ovvero sufficientemente robusto per resistere al momento flettente che per la prima di tali cause sviluppasi, certo è che di sovente l'isolatore si abbatte sul proprio sostegno, spesso anche con lesione o rottura della campana interna.

La fig. 21 riproduce l'isolatore del tipo germanico, il quale risulta in massima esente dai difetti su accennati, giacchè, in conseguenza della sua speciale sagoma, lo sforzo (*S*) del filo viene trasmesso al sostegno di ferro, lungo la medesima linea retta *S* che rappresenta lo sforzo stesso: l'isolatore resta così sollecitato nella sua zona all'uopo meglio adatta e solo per compressione.

Tutti gli altri modelli in uso all'estero, han su per più la medesima posizione del foro centrale rispetto al collo dell'isolatore.

Ma l'isolatore del tipo germanico non rappresenta certo l'esemplare più perfetto. Difatti, la scanalatura superiore di testa, eccessivamente larga, non può utilizzarsi per fissarvi eventualmente il filo di linea; essa non ha forse altro scopo che quello di alleggerire il pezzo; ma in tal caso due osservazioni sono a farsi, e cioè:

1. Un alleggerimento maggiore poteva ottenersi eliminando in testa all'isolatore tutto il materiale esistente esternamente alla linea *a b*, poichè esso non ha nessuna azione, ed in ogni caso rappresenta solo un inutile peso di materia inerte;

2. La parte inferiore dell'ampia scanalatura, ha profilo orizzontale e può quindi costituire un durevole deposito di umidità o di neve ghiacciata.

Inoltre, la gola costituente il collo, ove solitamente collegasi il filo di linea, è troppo stretta, e logora i fili di grosso diametro; la campana interna ha la sua apertura troppo in prossimità della bocca dell'isolatore, e perciò va soggetta a bagnarsi (come avviene anche nel modello italiano); la campana stessa è molto stretta e risulta quindi con le sue pareti verticali troppo vicina al braccio in ferro e troppo poco arieggiata.

Nei riguardi poi dell'isolatore in uso nell'Amministrazione italiana, oltre ai rilievi precedenti, occorre considerare che esso ha le due campane troppo deboli e quindi facilmente soggette a rottura; la svasatura costituente base di appoggio (*C C*, fig. 7), è praticata nel tubo di porcellana che forma la campana interna, *la quale perciò sopporta da sola gli sforzi in* C *ed in* B, che invece dovrebbero essere sostenuti dalla massa principale dell'intero isolatore.

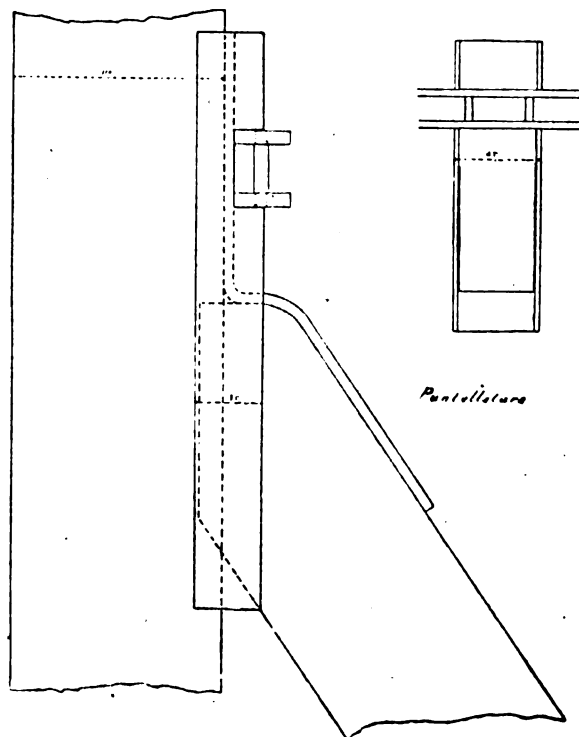



Fig 19.

Ed è da rilevare che la fascia a colorazione rossa aggiunta sull'orlo della campana esterna concorre in modo speciale a richiamare l'attenzione di chi si diverte a tirar sassi od altro contro gli isolatori; certo, l'esperienza ha dimostrato che con l'introduzione di tale fascia, la percentuale degli isolatori rotti dopo la posa in opera è *molto* aumentata.

★

Da quanto precede emerge la necessità di abolire l'isolatore oggi in uso nella nostra Amministrazione, e di sostituirlo con un altro meglio rispondente alle necessità del servizio. All'uopo, ho disegnato il modello indicato nella fig. 22, che nella forma esterna, ma solo in ciò, rassomiglia al tipo in uso nell'Amministrazione dei telegrafi ungheresi. In esso appaiono eliminati od attenuati tutti gli inconvenienti precedentemente esposti per gli altri isolatori.

Fig. 20.

Le principali caratteristiche relative sono:

1° Altezza totale mm. 135 (modello attuale 114);

2° Altezza sulla traversa del filo di linea legato al collo dell'isolatore mm. 129 (mod. attuale 129);

3° Diametro massimo isolatore mm. 89 (mod. attuale 91);

4° Sviluppo della sezione meridiana tra filo di linea e braccio porta isolatore mm. 295 (mod. attuale 248).

Ora, se si riflette che in un buon isolatore telegrafico e telefonico lo strato conduttore di umidità e di polvere che può depositarsi alla sua superficie, deve avere la maggiore lunghezza e la minor larghezza possibile, per ridurne al minimo la conducibilità superficiale, risulta che detto isolatore dovrà avere forma allungata e diametro ristretto. Si vede perciò dalle precedenti caratteristiche 3ª e 4ª che l'isolatore proposto è anche per tal riguardo preferibile all'attuale. La 4ª caratteristica, anzi, ha per l'isolatore fig. 22 uno dei più alti valori riscontrabili fra i modelli esteri.

Fig. 21.

Dalla caratteristica 2ª rilevasi poi che il punto di applicazione della trazione del filo di linea è, rispetto alla traversa, allo stesso livello del tipo attuale: il porta isolatore riesce perciò sollecitato ad un eguale sforzo.

Una particolarità che differenzia il proposto isolatore tanto da quello del tipo italiano quanto da tutti gli altri isolatori telegrafici usati in Europa, è la collocazione della già menzionata svasatura costituente base di appoggio, giacchè, come emerge dalla fig. 22, essa è praticata nella massa principale dell'isolatore, il quale può per tal modo fortemente innestarsi sul sostegno in ferro, anche all'altezza del relativo collarino (fig. 5), mentre che nel modello italiano, come si è visto, essa è collocata (fig. 7 CC) addirittura sulla campana interna e negli esemplari esteri trovasi praticata all'altezza della congiunzione tra le due campane (fig. 21).

Un'altra particolarità per la quale l'isolatore proposto differisce dalla maggior parte dei modelli esteri è quella concernente lo sviluppo della parte filettata interna e la posizione di essa rispetto al collo dell'isolatore, giacchè mentre nella figura 22 il detto sviluppo è di mm 35 ed il collo del pezzo trovasi esattamente ad un livello corrispondente alla mezzeria dello sviluppo stesso, negli altri tipi, come per esempio quello della figura 21, la zona filettata si estende per ben 50 mm ed il collo trovasi verso la estremità superiore di essa.

Fig. 22.

Ora, se si considera che l'innesto elastico (gli innesti rigidi si è già visto che non sono convenienti) tra isolatore e sostegno risulta spesso, in pratica, o incompleto o comunque difettoso, è evidente che quanto più è lungo tale innesto tanto più grande è la probabilità che esso riesca imperfetto, specie nella parte corrispondente alla cima del sostegno (*A* della fig. 7), parte che nell'esecuzione del lavoro è ovviamente più delle altre sollecitata e meno guidata. Ove la massima aderenza tra isolatore e sostegno si verifichi ad un livello sottostante a quello del collo nel quale è legato il filo di linea, questo può eventualmente imprimere uno sforzo di flessione sull'isolatore, con i conseguenti danni di cui più su si è fatto cenno. Nel caso invece della figura 22 le operazioni di innesto, in causa del breve tratto filettato, riescono più facili e quindi di esecuzione più probabilmente perfetta. Inoltre, dalla possibilità di collegare o meglio di calettare il filo di linea tanto in testa all'isolatore (ciò che non può farsi per molti modelli esteri) quanto sul collo presso la zona mediana dell'innesto, deriva che tutti gli sforzi *A*, *B*, *C* della figura 7 e di cui si è discorso a proposito dei bracci diritti per traverse, vengono in massima ad aggiungersi alle forze di trazione e di pressione esercitate dal filo medesimo: l'innesto elastico perciò tende in tal caso a maggiormente consolidarsi, e quindi ad assicurare sempre più la stabilità dell'isolatore ed a mantenere in piena efficienza l'isolamento elettrico di esso.

★

Per utilizzare l'isolatore della fig. 22 con l'armamento proposto, non resta che montarlo sul relativo braccio, col procedimento indicato dalla figura 6.

Ma tale isolatore può essere utilizzato anche nell'armamento oggi in uso, senza inconvenienti di sorta e senza spese sensibili. Nell'impianto di nuove linee su palificazioni preesistenti, basta costruire i bracci diritti 40 mm più lunghi del tipo usuale, e cioè in conformità della fig. 23; la soppressione del collarino compensa ad usura la maggior lunghezza del braccio nei riguardi del costo.

Fig. 23.

Posa dei fili.

Un altro argomento che, a giudizio di buona parte del personale interessato, devesi ben studiare e disciplinare, è quello della posa dei fili. Tale argomento è d'importanza capitale ai fini del buon servizio dei conduttori elettrici e della loro vitalità, in quanto l'assenza della zincatura sul filo di ferro, dà luogo all'immediata produzione di ossidi, penetranti verso il centro della massa metallica, i quali ne riducono gradualmente e rapidamente la conduttività e la resistenza meccanica.

E' ovvio quindi che nell'armamento di linee entro le intelaiature di una coppia con traverse, il sistema di trazione del conduttore sulle barre metalliche di sostegno, per il filo di ferro distrugge la zincatura lungo tutta la linea di strofinamento, e per il filo di bronzo, non potendosi, in verità, ritenere provvedimento efficace la precaria protezione con tela di imballaggio avvolta sulla traversa, deve inevitabilmente produrre delle lesioni superficiali. La vitalità quindi, tanto del filo di bronzo quanto del filo di ferro, viene notevolmente diminuita, il servizio della linea resta compromesso, e le necessità di riparazioni risultano frequenti.

L'Amministrazione germanica usa già all'uopo l'apparecchio indicato nella figura 24 (N. 3032 del Catalogo Kücke): quest'ultimo apparecchio, tuttavia, non sembra consigliabile, perchè la carrucola metallica ha superficie più dura del filo da svolgere, il quale può essere danneggiato; perchè la carrucola medesima, avente diametro troppo piccolo, dovrà essere costretta ad una rotazione troppo rapida e perciò degli scorrimenti, con conseguenti attriti, possono prodursi; perchè le taglienti lastre d'acciaio laterali possono lesionare i fili ed asportare i rivestimenti.

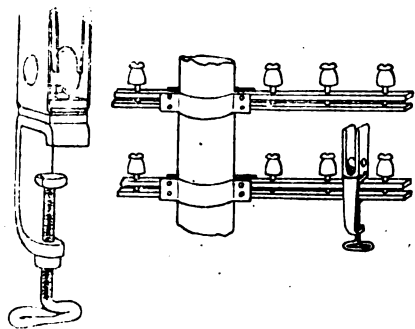
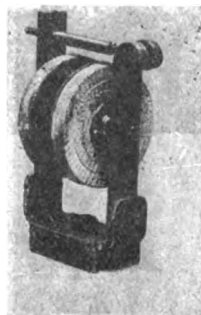



Fig. 24.

Fig. 25.

L'apparecchio che ritengo possa soddisfare alle esigenze del servizio, è grossolanamento costrutto nel modello fotografato (fig. 25), ed esattamente disegnato nello schizzo (fig. 26).

Consiste in un telaio di lastrina d'acciaio con due alette di base; in un asse reso perfettamente mobile entro due boccole fissate al lamierino del telaio, in una carrucola in legno, solidale con l'asse ed avente larga svasatura di gola, la quale è interamente guarnita di cuoio. Questo cuoio, per tutti i punti, dovrà essere collegato al legno dalla parte della grana e quindi dovrà presentare alla superficie libera della gola la parte carnosa.

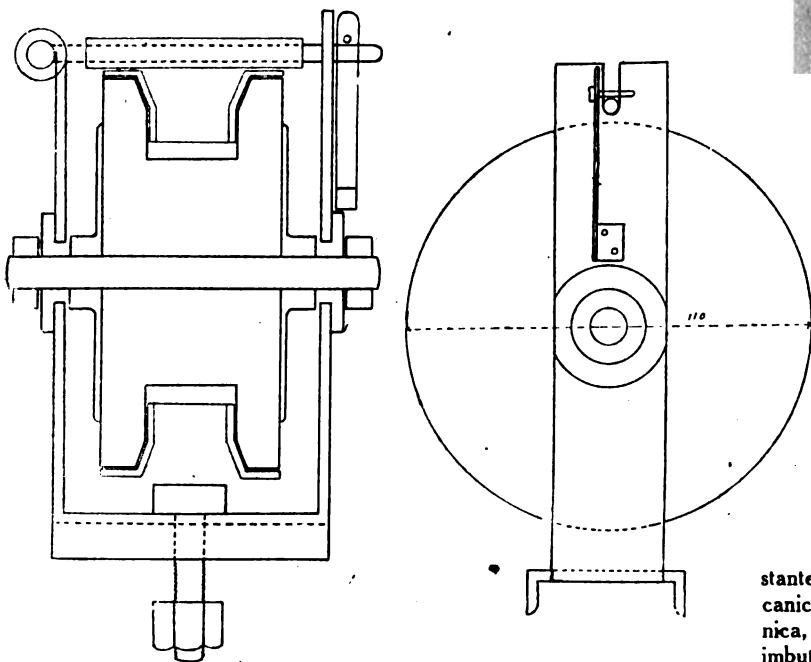



Fig. 26.

La carrucola in discorso, oltre che nella posa dei conduttori da collocarsi sulle intelaiature metalliche, può essere ugualmente impiegata anche nella posa di fili che debbano essere messi in opera secondo un armamento qualsiasi, in un qualsiasi punto del palo. Ciò mercè il semplice dispositivo costrutto come modello e fotografato nella fig. 27. Esso consiste in un angolarino leggero di ferro, alleggerito delle zone inutili ed opportunamente forato. Nei due fori di un lato passerà una catena che, cingendo il palo nel punto designato, si arresti da un estremo con un pezzetto di ferro infilato nella maglia adatta, e dall'altro mercè una vite messa in tensione con un dado. Sul secondo lato libero dell'angolarino, lato che avrà lunghezza ed assumerà la posizione che meglio garba all'operatore, si potrà fissare la carrucola.

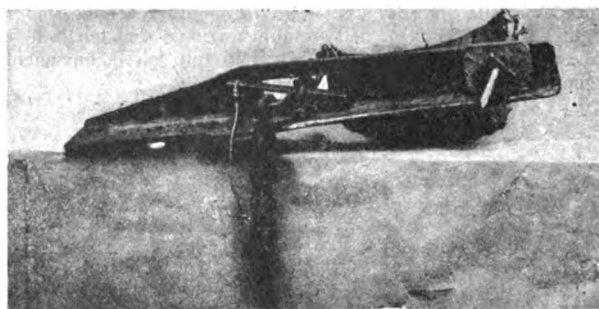



Fig. 27.

Protezione dei pali.

Nella precedente esposizione si è visto come l'armamento delle linee sia stato studiato in modo non solo da evitare le manomissioni ai pali, ma anche da concorrere alla preservazione ed alla vitalità dei pali stessi; in quanto con le strette periferiche nei punti di armamento e di puntellatura, si perviene ad impedire le screpolature nel legname prodotte dalla essiccazione e si previene il manifestarsi dei difetti di cipollosità, che col volgere del tempo si manifestano in tutti i pali di castagno.

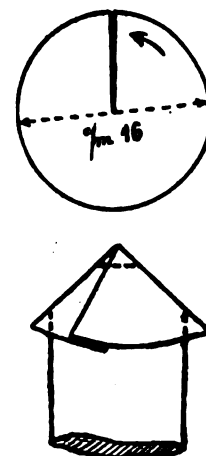



Fig. 28.

Fig. 29.

Ciò pertanto riguarda la protezione della parte prossima al mezzo del palo. Restano ancora da considerare due altri punti soggetti, comunque in varia misura, ad alterarsi e cioè cima e fondo del palo stesso.

Nel modello fotografato (fig. 28), ho realizzato una maniera di protezione diversa da quelle fino ad oggi esistenti. Si ha innanzi tutto una stretta periferica a vite del palo, ottenuta mercè un doppio filo di ferro (diametro circa mm 5) avvolto in due blocchi a gola, di ghisa, congiunti tra loro da un bullone: stringendo con la chiave il bullone medesimo, si può avere tensione a volontà, ed a restringimento del legname avvenuto, si può continuare a manovrare il dado e quindi a tenere in ogni tempo costante la tensione del doppio collarino stringente. La protezione meccanica della cima è poi completata tagliandola a forma tronco conica, cospargendola di olio caldo di catrame, ed accavallando ad imbuto su di essa un disco di sottile lamierino di piombo dello spessore di mm 0,4 circa (fig. 29). L'accavallamento può rendersi di immediata e sicura esecuzione, mercè un taglio radiale della lastra e la sovrapposizione delle due parti lungo tale taglio; due chiodi stagnati fisseranno il cappello al palo. La sommità di questo ultimo resta così materialmente difesa dall'umidità; gli ossidi venefici del piombo non consentono che in quella zona trovino rifugio degli insetti; la camera d'aria costituita dalla punta dell'imbuto, scaldandosi sotto l'azione dei raggi solari, determina, attraverso gli interstizi delle

parti sovrapposte, una corrente ascensionale d'aria, suscettibile di asportare dalla punta del palo ogni deposito di umidità che ivi potesse esistere.

Per tal modo, mentre la cima del palo resta stretta con una tensione in ogni tempo regolabile a volontà, la parte esterna delle fibre recise rimane stabilmente sottratta all'azione degli agenti atmosferici; e come è noto il legname in tali condizioni ha durata senza confronto superiore a quella che avrebbe se diversamente utilizzato.

*

Per quanto, infine, concerne l'argomento capitale della protezione dei pali presso al fondo infisso nel suolo, non si può disconoscere che la questione, grandemente complessa, ha molte relazioni col trattamento meccanico relativo alla loro messa in opera. Anzi, per i pali utilizzati allo stato naturale e cioè non sottoposti ad iniezione preventiva, la vitalità della parte interrata dipende in larga misura oltre che dalle condizioni in cui la parte stessa trovasi rispetto alle proprietà fisico-chimiche del terreno circostante, anche dal lavoro che essa è chiamata a compiere come sostegno delle parti esterne.

Difatti è già noto che oltre agli sforzi permanenti applicati al palo, ve ne sono degli altri temporanei, ma con grande frequenza in azione e principalmente dovuti alle correnti d'aria, i quali inducono su di esso una infinita serie di flessioni trasversali all'andamento della linea. Orbene, presso all'incastro del palo, le dette flessioni si risolvono in una serie pure indefinita di trazioni e di compressioni successive per le fibre più prossime alla periferia. Tale continuo cimento a trazione e compressione, in concorso con la permanente umidità in quella zona, dovrà rendere spugnosa la zona medesima e rendere anche molli le fibre del legno: accelerandone l'imputridimento. Se l'incastro del palo nel terreno potesse essere meccanicamente perfetto, la sezione di massimo deperimento dovrebbe trovarsi, come sempre si verifica nelle analoghe prove di tutti i materiali, fuori dell'incastro. Ma poichè è noto che gli incastri perfetti raramente possono realizzarsi nelle costruzioni e tanto meno nella messa in opera dei pali telegrafici, la nominata sezione verrà a spostarsi verso il fondo, ed a portarsi in prossimità del contorno di massima aderenza tra palo e terreno.

L'esperienza mostra difatti che la sezione più danneggiata dai pali è per solito sotto al livello del terreno, ove le condizioni atte a facilitare il rammollimento e l'imputridimento del legname, sono più propizie che non allo stesso fior di terra.

Alla stregua di codesto ragionamento intanto, e considerato che riesce possibile eliminare in buona parte gli inconvenienti di cui sopra è cenno, devesi concludere che con disposizioni opportune, si può, in confronto di quanto oggi verificasi, ottenere una maggior durata dei pali in genere, ed in ispecie di quelli utilizzati allo stato naturale.

Se invero si evitano le flessioni del palo, il continuo lavoro di trazione e compressione successiva delle sue fibre estreme presso l'incastro, viene impedito e quindi tolta la causa meccanica del rammollimento delle fibre stesse. Se poi nella zona d'incastro e per discreta estensione assiale, il palo viene protetto mediante totale imbibizione della massa legnosa con olio di catrame, con una sostanza cioè inadatta alla vita dei microrganismi ed all'assorbimento di umidità; e se si procede inoltre alla supplementare applicazione nella zona medesima di una copertura metallica dello spessore di mm. 0,7 - 0,8, fatta col lamierino di piombo (il quale, com'è noto, esercita anche un'azione venefica), allora le corrosioni del sottosuolo, le penetrazioni d'umido, le incrostazioni di funghi, le distruzioni dei tarli sul legno, non possono aver luogo che in misura assai ridotta. Ove quindi si ritenga soppressa la causa del rammollimento ed impedita o quanto meno ostacolata la putrefazione delle singole fibre dovrà ritenersi del pari aumentata la vitalità del legname. La pratica, è noto a tutti, conferma tali deduzioni. In tutte le costruzioni anche di legnami parzialmente interrati, si vede che la vitalità del pezzo aumenta col diminuire degli sforzi di flessione: le travi montanti infisse nel terreno delle abitazioni in legno, hanno difatti una durata senza confronto maggiore di quella dei pali telegrafici. Nei varî sistemi di iniezione di questi ultimi, l'impregnazione con olî di catrame ha dato i risultati migliori qualunque sia stato il particolare procedimento, purchè eseguito a dovere e tanto se l'olio sia stato applicato per modo da colmare le cellule legnose (Giussani) quanto se esso sia stato adoperato per la semplice spalmatura delle cellule medesime (Rütgers, Rüping, ecc.).

E' noto infine che nei casi in cui, sia pure imperfettamente, si è protetto con piombo dei recipienti o delle vasche in legno od anche la zona d'incastro di pali telegrafici, come è avvenuto presso Salerno, si è ottenuta una maggiore durata del legname.

Ciò posto, si deve ora stabilire come sia possibile di realizzare nel servizio pratico le condizioni più su indicate per la buona conservazione del legno. All'uopo, può notarsi che per quanto concerne la difesa dei pali dal marcimento, si è già fatto un sommario cenno delle protezioni da adottare; qui conviene aggiungere che la proposta catramatura dovrebbe estendersi a tutto il fondo dei pali, dovrebbe essere eseguita per tre volte, nei luoghi di deposito, dopo la stagionatura e nei periodi di massima siccità (giugno, luglio, agosto), con le norme seguenti.

Utilizzando un apparecchio a mantice ed un fuoco di brace opportunamente preparato, con relativa cappa, camino e griglia, proiettare aria calda sul pezzo, finchè la parte da catramare abbia assunto la temperatura di 70-80 gradi centigradi. Si preparerà separatamente un recipiente con olio di catrame da riscaldare pure alla temperatura di 70-80°: non di più, per evitare la volatilizzazione dei fenoli, che costituiscono gli elementi efficaci del catrame ai fini della preservazione del legno; non di meno perchè l'olio non diverrebbe sufficientemente fluido per ben impregnare il legname. In tali condizioni si proceda all'applicazione *spinta fino a rifiuto*, dell'olio sul legno. A distanza di ventiquattr'ore almeno l'una dall'altra, l'operazione dovrà esser ripetuta due volte ancora. Dopo tre mani di catramatura così applicata potrà ritenersi che l'efficienza della protezione ottenuta, sia in pratica pienamente soddisfacente allo scopo cui è destinata. E' bene difatti rammentare che taluni pali speciali di larice rosso, tutti egualmente di buona qualità, sono stati messi in opera verso il 1911 a Milano sulla linea di Bovisa, ed a Torino sulla linea del Moncenisio, in condizioni di terreno praticamente eguali; a Milano essi furono sottoposti ad una sommaria catramatura con carbolineum, a Torino furon messi in opera senza protezione di sorta. Orbene, è bastata quella semplice mano applicata sul pezzo freddo, in epoca inopportuna (e cioè non in estate) la quale aveva carattere quasi di semplice verniciatura esterna, perchè oggi l'effetto ne sia chiaramente visibile sui detti pali, dei quali quelli impiantati a Milano, trovansi tutti in istato di conservazione senza confronto migliore di quello dei pali messi in opera a Torino. Se pertanto mercè la ripetuta, accurata applicazione di aria calda, l'olio sarà condotto a diffondersi traverso i vasi e le spaccature prodotte dalla essicazione, nelle parti più interne del legname, si vede come il risultato dell'operazione possa senz'altro esser ritenuto di grande efficacia per la conservazione del legno, sempre però che questo sia di una essenza suscettibile di tale impregnazione.

La quarta ed ultima mano di catrame (a 70° C) sul fondo del palo, dovrebbe esser data all'atto della messa in opera, però senza applicazione d'aria calda. Con dei mezzi semplici, utilizzabili sui luoghi di deposito dei pali, possono dunque ottenersi risultati praticamente pari a quelli, costosissimi, che si hanno con i sistemi di iniezione sopracitati, nei poderosi cantieri industriali all'uopo adatti.

Per quanto riferiscesi alla protezione meccanica dei pali, occorre considerare che in essi le flessioni dannose verificansi d'ordinario in senso trasversale all'andamento della linea: riesce quindi manifesto che con l'armamento delle coppie mediante collari flessibili, i quali, come si disse, irrigidiscono potentemente il sistema precisamente nella direzione normale a quella della linea, le flessioni di ciascun sostegno vengono ridotte in ragione della maggiore rigidità conferita al sistema stesso. L'armamento proposto per le coppie parallele, da solo concorre ad aumentare la vitalità dei pali, anche e sopratutto nei riguardi della parte interrata di essi. Qualora poi al semplice telaio irrigidito come più su si è detto, si aggiunga la proposta puntellatura con scatole di ferro, si otterrà il sistema totalmente indeformabile anche nei collegamenti. (E' noto che, invece, in molti casi gli attuali ordinari legami esercitano tanto imperfettamente la loro funzione, che il palo invece di essere sostenuto, deve sorreggere il puntello). Con ciò, mentre le flessioni longitudinali alla linea, che talvolta sono pure necessarie, non restano impedite, vengono invece praticamente eliminate quelle trasversali, dannose ai pali perchè continuamente in azione.

Inoltre, poichè l'uso e l'azione dei collari tende ad escludere e ad impedire le aperture nel legname (fori, spaccature longitudinali, sfaldature periferiche per cipollosità, ecc.) e poichè tali aperture in definitiva diventano depositi di umidità, buona parte della quale lentamente ed inevitabilmente si trasporta in basso verso il fondo del pezzo (il fenomeno è chiaramente visibile nella materia colorante dei vecchi pali iniettati col sistema Boucherie), risulta che anche per tal riguardo, i detti collari concorrono alla preservazione della parte inferiore interrata dei pali.

Quando l'incastro del palo nel terreno e specie al fondo ed al fior di terra, sia, mercè il sapiente impiego di grossi massi di pietra, curato per modo che l'incastro medesimo si avvicini quanto più è possibile alle condizioni necessarie per un incastro perfetto e sia costruito in modo da riescire quanto più è possibile permeabile all'acqua, si vede come il complesso dei provvedimenti più su enumerati, debba necessariamente condurre a grandemente aumentare la vitalità dei pali.

LETTERE ALLA REDAZIONE

Per la conoscenza dell'Italia all'estero.

Da un egregio Collega che per ragioni di correttezza desidera conservare l'anonimo, riceviamo la seguente lettera:

Leggo, in un periodico tecnico Americano, il seguente articolo che riporto integralmente:

TECNICI AMERICANI RISOLVONO IL PROBLEMA DELLE COMUNICAZIONI TELEFONICHE IN ITALIA (!)

« *Tecnici specialisti americani hanno terminato un lungo studio — durato tre mesi — per conto del Governo Italiano, allo scopo di fissare un tracciato per il cavo telefonico interurbano di collegamento delle città di Milano, Genova e Torino, in modo da evitare ogni interferenza induttiva colle linee di trasmissione d'energia e coi tratti di ferrovia elettrificata.*

« *Le ricerche vennero eseguite dal Prof. Charles F. Scott, della Università di Yale e L. P. Ferris della California, una personalità nello studio dei fenomeni induttivi.*

« *Il Prof. Scott rappresentava nelle ricerche la Western Electric Company.*

« *Il tracciato ferroviario fra le città di Milano, Genova e Torino ha la forma di una « Y »; in un tronco è già adottata la trazione elettrica, mentre il rimanente sarà elettrificato fra poco.*

« I tecnici hanno raccolto dati preziosi circa l'interferenza induttiva dovuta alle linee a trazione trifase nelle condizioni peculiari esistenti in Italia. *Essi hanno suggerito il tracciato migliore per il cavo telefonico interurbano, avuto riguardo all'interferenza induttiva* ».

A mio modesto avviso, sarebbe stato desiderabile che una comunicazione siffatta avesse — a suo tempo — trovato posto nelle pagine del nostro giornale, dato il vivo interessamento dimostrato nello sviluppo della elettrotrazione.

*Ad ogni modo amo credere di poter leggere sull'*Elettrotecnica *una relazione sugli studi ed esperimenti eseguiti, a meno chè, nonostante, Egregio Redattore, le sue replicate raccomandazioni circa l'opportunità di far conoscere a noi stessi gli studi fatti nel nostro Paese, si debbano ancora attendere maggiori particolari da una Rivista estera.*

Grazie dell'ospitalità concessami,

(segue la firma)

Abbiamo molto tardato a pubblicare questa lettera desiderando di poter dare in proposito qualche sicura notizia. Siamo oggi in grado di dire che la venuta in Italia dei due tecnici americani è dovuta ad iniziativa privata della Western Electric Company. Possiamo aggiungere che i due tecnici, visitando le nostre officine ed i nostri impianti ebbero spesso ad esprimere la loro meraviglia per i progressi compiuti dall'elettrotecnica nel nostro paese che, come la maggior parte degli stranieri, essi ignoravano quasi completamente. Quanto alla *soluzione* (!) del problema, essi hanno concluso consigliando di tenere lontani i cavi telefonici dalle linee di trazione!

Dopo di che non possiamo che associarsi all'amaro commento dell'egregio collega. Ci è stato mosso appunto di non essere abbastanza *chauvinisti*, perchè qualche volta abbiamo ricorso ad esempi stranieri per incitare i nostri colleghi a rendere pubblici i loro studii ed i loro lavori, attribuendo a scarso amor di patria quello che era invece frutto dell'opposto sentimento. Si vede ora che non avevamo tutti i torti. Poco tempo fa abbiamo letto su una rivista tecnica tedesca notizie particolareggiate ed interessanti su un progetto di metropolitana per Roma e ci siamo astenuti dal riportarlo. Oggi sono gli americani che si vantano di aver salvato la tecnica telefonica italiana, mentre ci consta in modo indiscutibile da notizie private — disgraziatamente: private — che qualcuno dei citati specialisti americani ha trovato qualche cosa da imparare nei laboratorii delle nostre Ditte. Ma, i nostri tecnici conservano gelosamente per sè i frutti dei loro studii: gli altri hanno l'artefinissima di pubblicare quel tanto che basta a farsi una onesta réclame, senza svelare alcun segreto vitale per le loro industrie.

(*N. d. R.*)

:: Col corrente anno 1921 l'INDICE BIBLIOGRAFICO sarà ancora pubblicato a puntate in fascicoli trimestrali che saranno inviati regolarmente e gratuitamente ai Soci ed Abbonati che già fecero richiesta dell'Indice 1920 ed a tutti quelli che ne faranno richiesta prima del 30 marzo 1921 :: :: :: :: :: ::

:: SUNTI E SOMMARI ::

MISURE: METODI ED ISTRUMENTI.

H. ABRAHAM. — **L'utilizzazione delle valvole amplificatrici per le misure elettriche.** (R. G. E., vol. VIII, n. 13 del 25 settembre 1920, pag. 418).

L'A. ha studiato un Voltometro amplificatore a lettura diretta per misure di correnti e tensioni alternate molto deboli. L'apparecchio utilizza le proprietà raddrizzatrici ed amplificatrici delle valvole ioniche secondo lo schema indicato in figura 1; una stessa batteria B_1

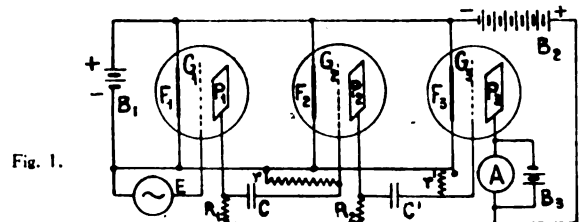



Fig. 1.

da 4 V mantiene l'accensione dei filamenti delle tre valvole, mentre un'altra batteria B_2 da 50 a 150 V serve ad alimentare i tre circuiti anodici. Agli estremi della resistenza R_1 si ritrovano amplificate le variazioni del potenziale della sorgente E. Codeste variazioni si trasmettono poi alla griglia G_2 connettendo questa alla resistenza R_2 per mezzo del condensatore C. Ma quando detta griglia G_2 è in riposo bisogna mantenerla ad un potenziale prossimo allo zero, perciò è necessario che essa venga attaccata al positivo del filamento attraverso una resistenza r di alcuni megaohm. D'altra parte il condensatore C' e la resistenza r' assicurano il funzionamento della terza valvola come rivelatrice. Il milliamperometro A permette di misurare la corrente raddrizzata dovuta alla sovrapposizione degli effetti amplificatore e rivelatore. Per poterne aumentare grandemente la sensibilità si deve compensare la parte costante della corrente anodica che lo attraversa, collegandolo, nel senso conveniente, ad una batteria ausiliaria B_3 in serie con un reostato regolabile in maniera che l'ago dell'amperometro rimanga a zero nella posizione di riposo, vale a dire quando E dà una d. d. p. nulla.

Per avere una idea della possibilità di misurare tensioni alternative deboli basta attaccarsi ad una rete di distribuzione industriale (per es. a 42 periodi) la cui tensione viene ridotta per mezzo di un potenziometro: per 100 millivolt l'indice del milliamperometro subisce una deviazione eguale all'estensione di tutta la scala. Colle frequenze elevate la sensibilità delle misure è ancora maggiore, tanto che, usando come generatore un oscillatore a valvola a 3 elettrodi (eterodina) bastano solo 60 millivolt per ottenere una deviazione eguale alla grandezza della scala.

Per la misura di correnti alternate deboli (per es. correnti telefoniche) si prende come sorgente un micro-alternatore a frequenza telefonica, costituito da una specie di gabbia di scoiattolo a sbarrette di ferro la quale si può far girare a mano con velocità costante per mezzo di un innesto a ingranaggio a forza centrifuga dinanzi ai poli di un ricevitore telefonico. Guarnendo un telefono ai morsetti del micro-alternatore e misurando nello stesso tempo col voltometro amplificatore la d. d. p. ai serrafili del telefono si osserva tosto una notevole deviazione quando il suono al telefono è appena percettibile. Evidentemente il suddetto voltometro si presta anche alla misura delle correnti che si manifestano nelle conversazioni telefoniche, poichè la loro intensità e frequenza sono paragonabili a quelle delle correnti sviluppate dal micro-alternatore. Derivando un voltometro amplificatore ai capi di un circuito microfonico, e pronunciando con voce naturale la lettera A ad un metro di distanza dal microfono, l'indice del milliamperometro subisce una deviazione di ampiezza eguale a quella della intera scala. La lettera O produce una deviazione minore, una molto piccola è prodotta dalla lettera E e finalmente una appena percettibile dalla I. Misure cosifatte permettono di rendere evidente a tutto un uditorio il modo, in cui un microfono riproduce le diverse vocali, non solo, ma di farne uno studio più preciso in laboratorio.

Finalmente l'apparato stesso consente di far misure di autoinduzione e di capacità col metodo della risonanza impiegando come generatore un oscillatore a valvola (eterodina). Per autoinduzioni e capacità grandi rispondono allo scopo correnti a bassa frequenza; ma per quelle piccole bisogna ricorrere a correnti di frequenza elevata poichè, al momento della risonanza, si deve necessariamente soddisfare alla nota relazione $\omega^2 L C = 1$.

S'intende che è necessario adottare quegli accoppiamenti nei quali i massimi di deviazione, che indicano nettamente la risonanza siano grandi pur mantenendosi entro i limiti della scala. Allora il calcolo della capacità o dell'autoinduzione si fa applicando la formula testè accennata in funzione della capacità o dell'autoinduzione nota, messa in risonanza con quelle.

Si possono inoltre misurare autoinduzioni e capacità piccolissime col metodo differenziale. Si monta la capacità da misurare in paralle-

lo con una capacità variabile tarata la quale si regola alla risonanza: si ritira la capacità da misurare e si realizza nuovamente la risonanza: la differenza fra le due letture fatte alla capacità variabile dà la misura della capacità cercata. Misurando, per esempio, la capacità fra due fili ritorti a cordoncino, della lunghezza di alcuni centimetri appena, si osserva che il limite di sensibilità corrisponde approssimativamente alla misura della capacità di una sfera isolata, grossa quanto la testa di uno spillo.

A. Me.

* *

TRASFORMATORI.

CLINTON JONES — **I primi trasformatori a 220 000 Volt.** (Electrical World, 5 febbraio 1921, pag. 301).

L'articolo descrive i nuovi trasformatori a 220 000 Volt, costruiti dalla General Electric Company per conto della Southern California Edison Company. E' la prima costruzione di tale tipo. La tensione primaria è di 11 000 V, la frequenza di 50 periodi, e la potenza di 8333 kVA. Sono in costruzione quattro unità eguali. Essi dovranno servire per una linea a 220 000 V destinata a trasportare una potenza di 550 000 kW ad una distanza di 385 km. Tale linea dovrebbe costituire un tratto di quella linea a 220 000 progettata per collegare tutte le principali reti della California.

Secondo l'autore, il passare da un tipo a 100 000 V a quello a 220 000 V presenta meno incertezze di quelle che si ebbero per passare dai tipi a 70 000 V a quelli a 100 000. La General Electric Company può giovarsi con successo degli studi assai estesi fatti riguardo ai trasformatori ad altissime tensioni, appunto nell'occasione della costruzione dei tipi per 100 000 V.

Fig. 1.

L'autore attribuisce grande importanza all'adozione delle bobine di forma circolare anzichè rettangola. I vantaggi principali derivanti da tale forma sarebbero i seguenti: Le bobine dei trasformatori sotto le sollecitazioni meccaniche indotte dal campo magnetico tendono a deformarsi assumendo una forma circolare; le bobine aventi già tale forma resistono meglio a tali sollecitazioni. Questa considerazione è specialmente importante nel caso che il trasformatore venga a trovarsi in corto circuito. Inoltre colla forma circolare riesce più facile sostenere a brevi intervalli tutti i conduttori, senza ostacolare la circolazione dell'olio pel raffreddamento. Si ottiene una riduzione nel riscaldamento degli organi di sostegno delle bobine ed una maggiore efficacia di raffreddamento facendo circolare l'olio perpendicolarmente ai conduttori anzichè nel senso della loro lunghezza.

Colla forma circolare delle bobine anche il rivestimento isolante è meglio protetto contro guasti di natura meccanica. Tale rivestimento è costituito sempre con più strati di sottile materiale isolante. La forma circolare dell'avvolgimento che presenta una curvatura uniforme senza angoli e senza spigoli, e si contrae e si dilata in modo uniforme colle variazioni di temperatura, assicura assai meglio la conservazione degli isolanti.

L'indeformabilità delle bobine è importante anche per evitare possibili ostruzioni degli spazi destinati alla circolazione dell'olio, che a tensioni così elevate potrebbe portare con facilità a un corto circuito fra le bobine, nell'eventualità di una accidentale sovratensione.

Gli avvolgimenti sono del tipo concentrico, e l'isolamento è assicurato da un certo numero di cilindri concentrici distanziati e assicurati in modo da non ostacolare la circolazione dell'olio. Ogni trasformatore è composto di due gruppi di avvolgimenti su due nuclei di armatura, per ogni fase. Il punto neutro è, durante il servizio, costantemente a terra.

La linea ad alta tensione esce attraverso un isolatore a manicotto di nuovo tipo pieno d'olio. La parte di esso che si trova esternamente al cassone del trasformatore è formata da due pezzi in porcellana; segue a questi una parte cilindrica intermedia in metallo che si trova entro il trasformatore e arriva sempre dal coperchio fino entro l'olio del trasformatore; l'isolatore termina poi inferiormente con una nuova parte in porcellana. Un tubo di metallo lo attraversa longitudinalmente da una estremità all'altra e serve da guida al cavo conduttore. Fra il tubo metallico e la porcellana sono interposti strati cilindrici di isolante e spazi pieni di olio.

L'isolatore ha una tensione di scarica superficiale a secco di 660 000 V. La resistenza alla perforazione è tale che in caso di sovratensione l'isolatore non si perfora, ma formerebbe prima l'arco verso terra senza gravi conseguenze. Il disegno dell'isolatore è fatto in modo da ottenere una distribuzione superficiale di potenziale uniforme, onde evitare l'effetto corona.

Il cassone del trasformatore è munito di un serbatoio ausiliario che serve per l'espansione dell'olio, come si vede in figura. Il cassone è sempre completamente pieno d'olio; il pericolo che l'olio entri in pressione è eliminato praticando un'apertura di sfogo nella camera di espansione; questa è poi munita anche di un rubinetto per lo spurgo degli eventuali depositi. Questa costruzione mantiene l'olio assolutamente secco e limpido e previene il pericolo di esplosione dovuta a miscela d'aria e di prodotti dell'olio riscaldato o decomposto.

Il peso totale di uno di questi trasformatori è di 50 tonnellate, olio compreso. L'altezza dalla base alla sommità dell'isolatore è di m. 7,30; il diametro è di m. 3,30. Sul coperchio è montato un trasformatore di corrente connesso col neutro a monte della messa a terra. I trasformatori di corrente delle tre fasi hanno i loro secondari in parallelo in modo che viene rivelata ogni corrente verso terra, ossia ogni sbilancio nel carico delle fasi.

R. S. N.

* *

TRAZIONE E PROPULSIONE.

Vetture ferroviarie automotrici Diesel-Elettriche. (The Engineer, 19 novembre 1920).

Da qualche tempo sono in servizio sulle ferrovie secondarie svedesi alcune vetture automotrici interessanti per il fatto che la forza motrice è generata da motori tipo Diesel accoppiati a dinamo, la cui corrente alimenta i motori applicati alle ruote motrici. Le vetture in servizio sono di quattro tipi differenti l'uno dall'altro per dettagli e per la disposizione interna.

Le caratteristiche dei quattro tipi sono raccolte nella tabella seguente.

		Tipo I	Tipo II	Tipo III	Tipo IV
Scartamento	metri	1,435	0,891	1,435	0,891
Potenza del motore Diesel	HP.	75	75	120	120
Lungh. della vettura fra i respintori	metri	16	15,25	14	10,85
Lunghezza della cassa	»	15,1	14,4	13,0	10,0
Larghezza della cassa	»	3,15	2,6	3,15	2,6
Altezza massima	»	3,7	3,42	3,69	3,4
Altezza interna	»	2,35	2,25	2,31	2,25
Base estrema delle ruote	»	10,0	—	8,50	—
Distanza fra i centr dei carrelli	»	—	9,45	—	5,0
Peso completo	tonnellate	29,3	26,4	32,85	27,6

I motori Diesel hanno o sei cilindri disposti in fila oppure sei cilindri disposti a V. Quelli del primo tipo hanno la potenza di 75 HP a 550 giri, e quelli del secondo tipo hanno la potenza di 120 HP a 500 giri. L'albero è completamente chiuso in un'incastellatura che sostiene i cilindri, i quali nella disposizione a *V* sono inclinati a 40 gradi. Le dinamo sono direttamente accoppiate. Il combustibile è fornito alle valvole da una pompa unica, e passa attraverso un distributore separato per ciascun cilindro, in modo che ciascun cilindro può essere escluso a volontà. Lo scarico della pompa è controllato dal regolatore. Il combustibile è iniettato nei cilindri per mezzo di aria a circa 60 atmosfere. I prodotti della combustione si scaricano attraverso un tubo sul tetto della vettura, sul quale è anche sistemato il radiatore per l'acqua di raffreddamento. Un piccolo compressore comandato dal motore Diesel fornisce aria compressa a circa 6 atmosfere per i freni, i segnali e la sabbia. Il motore è a lubrificazione forzata. I serbatoi dell'acqua e del combustibile sono sistemati sotto il pavimento della vettura e vengono riempiti dall'esterno.

Il motore viene avviato elettricamente facendo funzionare la dinamo come motore per mezzo di una batteria di accumulatori contenuta in una cassa sotto il pavimento della vettura.

La dinamo, la cui tensione può variare fra larghi limiti fino a un massimo di circa 550 Volt, ha otto poli e poli ausiliari e ha eccitazione compound.

I motori di trazione, del tipo in serie con poli ausiliari, sono interamente chiusi in una carcassa divisa in due parti, delle quali quella inferiore può aprirsi a cerniera per facilitare la verifica del motore.

Le vetture vengono manovrate per mezzo di due controlli, uno per il cambio di direzione e l'altro per l'avviamento, l'arresto e la regolazione di velocità.

All'avviamento, si dispone anzitutto il controller per l'inversione di marcia nel modo voluto. Si porta quindi il controller per la regolazione della velocità sul primo contatto, con che si mette in moto la macchina. Sul secondo contatto si interrompono le connessioni elettriche fra la batteria e la dinamo, dopo che questa ha funzionato come motore. Sul terzo contatto la dinamo dà corrente ai motori e la vettura parte. Gli ulteriori spostamenti del manubrio del controllo aumentano la tensione della dinamo e quindi anche la velocità dei motori e del veicolo. Il manubrio del controller per la variazione della velocità è munito del solito bottone di sicurezza che deve essere permanentemente premuto dal manovratore, poichè in caso contrario il meccanismo ritorna automaticamente a zero e la macchina, e con essa naturalmente anche la vettura, si ferma. Nei tratti in discesa il motore viene arrestato economizzando combustibile e olio di lubrificazione; ma esso può essere rimesso immediatamente in moto quando occorra. La batteria, la quale oltre che all'avviamento del motore serve per l'illuminazione, viene caricata automaticamente quando la vettura è in corsa; però, in caso di necessità, essa può venir caricata anche quando la vettura è ferma e i motori sono interrotti.

I risultati ottenuti con queste vetture sono stati talmente soddisfacenti, che se ne stanno attualmente costruendo alcune con motori a otto cilindri da 160 HP e altre con motori da 250 HP. Queste ultime dovranno trainare treni contenenti 300 passeggieri.

E. C.

CRONACA

CONDUTTURE.

Trasporto dei pali di una linea di trasmissione lasciando i conduttori in posto. (Electrical World 13-9-1919). — Si trattava di cinque pali alti 20 metri, portanti una terna di conduttori a 66 000 Volt, un'altra terna a 2300 e due fili telefonici, che dovevano venir trasportati a circa 12 metri dal luogo dove erano piantati. Ogni palo fu assicurato con

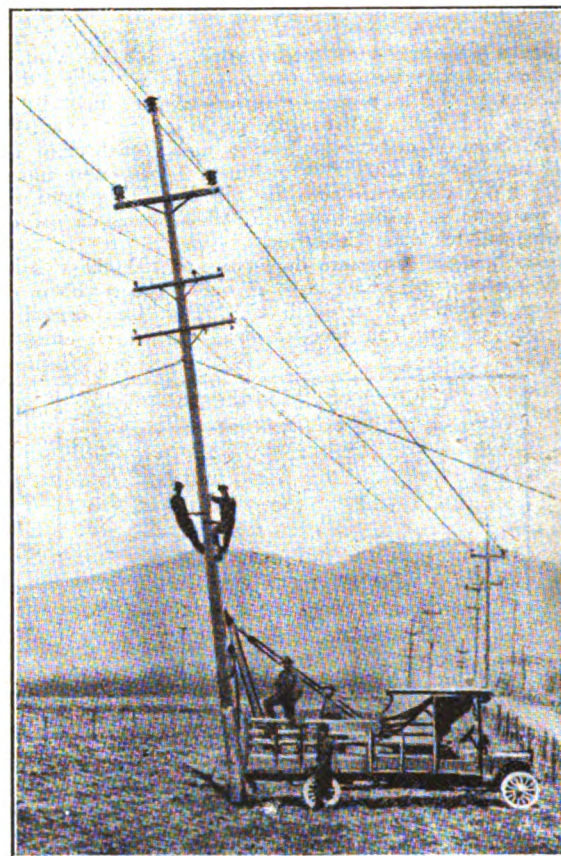



Fig. 1.

due funi tese normalmente alla linea; con un semplice apparecchio il palo venne sollevato fuori terra e attaccato a un camion della portata di 2 tonnellate, come si vede in figura.

Facendo indietreggiare il camion, il palo veniva sospinto fino alla nuova posizione e ivi calato colla sua base nella fossa preparata.

R. S. N.

ELETTROTECNICA GENERALE.

Motori asincroni sincronizzati. — J. LE MONNIER, ingegnere capo della « Comp. Gén. El. de Nancy », descrive nella R. G. E. (13 nov. 1920 vol. 8 N. 20 pag. 687) un motore asincrono sincronizzato,

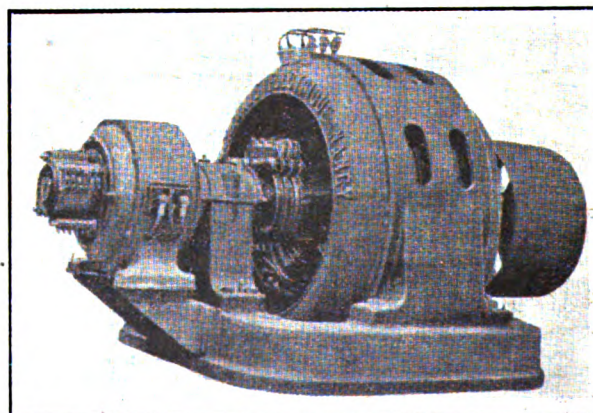



Fig. 1

basato sul noto concetto di trasformare in sincrono un motore a induzione, che ruota al quasi sincronismo, mediante l'introduzione di una corrente continua nell'avvolgimento rotorico. Lo stesso scopo è rag-

giunto coi così detti motori autosincroni, ma questo nome sembrerebbe potersi riservare al caso di una struttura generale eguale a quella delle macchine sincrone a poli salienti, in cui gli smorzatori di Leblanc

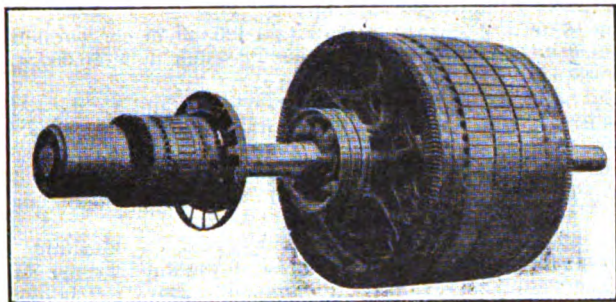



Fig. 2.

o una vera gabbia di scoiattolo permettano l'avviamento come motore asincrono sotto tensione ridotta e con debole coppia resistente. Questo secondo tipo si incontra spesso, come è noto, nelle convertitrici. In altri termini si potrebbe dire che i motori asincroni sincronizzati sono motori a induzione adattati per il funzionamento sincrono con l'aggiunta di una eccitazione a corrente continua, laddove i motori autosincroni sarebbero motori sincroni, adattati per l'avviamento asincrono.

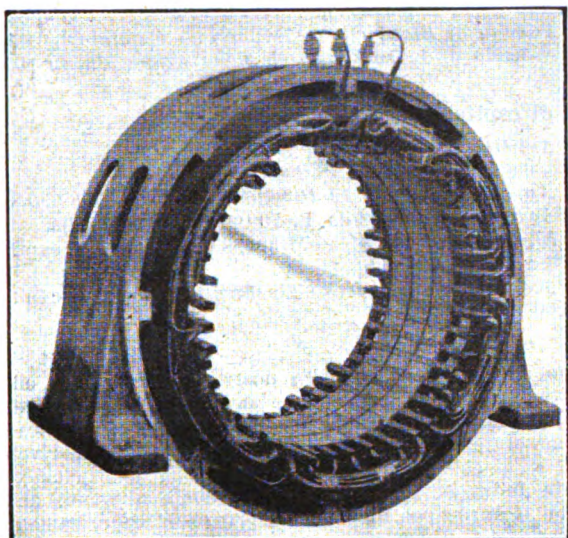



Fig. 3.

Il primo tipo, sviluppato dal Le Monnier in un esemplare da 220 kW 750 giri 5500 V, a cui si riferiscono le figure 1, 2, 3 ed i diagrammi di funzionamento (fig. 4, 5) presenta i vantaggi: di consentire l'avviamento con coppia prossima alla normale e con lieve sopraccarico di corrente, di funzionare al sincronismo con angolo di fase negativo e di poter quindi agire come efficace compensatore di fase, di es-

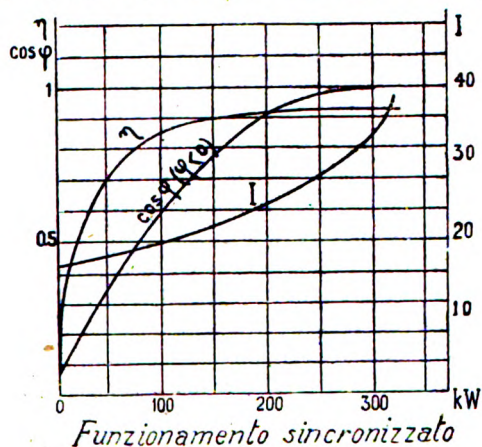



Fig. 4.

ser costruito con notevole interferro e con scanalature aperte nello statore, con elevata robustezza meccanica e facilità di isolamento o di ricambio del bobinaggio primario, ed infine di poter funzionare anche come ordinario motore a induzione nel caso di avaria all'eccitatrice coassiale, che deve fornire la corrente continua per il funzionamento sincrono. La manovra di sincronizzazione non è che un seguito di quella di avviamento e si fa con un unico apparecchio di messa in moto, il quale, nelle successive posizioni, esclude dapprima la resistenza rotorica e poi sostituisce la corrente continua alla corrente di debole frequenza del rotore, applicando transitoriamente la tensione continua ai morsetti del rotore prima di aprirne il corto circuito.

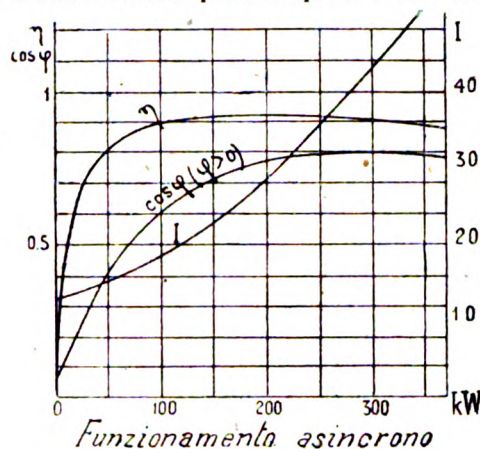



Fig. 5.

Come già dicemmo (a pag. 620, del 5 dicembre 1920) dando più sommaria notizia di quanto sopra, speriamo di poter presto dare notizie degli interessanti risultati raggiunti da un nostro collega con analoghi motori a induzione sincronizzati.

ESPOSIZIONI.

III. Fiera Campionaria Internazionale di Padova. — Dal 1° al 15 Giugno p. v. avrà luogo a Padova la 1ª *Mostra della Scuola*, che accoglierà tutti i prodotti che servono all'arredamento della Scuola, e avrà un carattere *esclusivamente industriale*.

Per indicazioni rivolgersi al Comitato ordinatore della Mostra della Scuola, con sede in Milano, via Rossari 2, telef. 28-63.

IMPIANTI.

Un comunicato del Consiglio Superiore delle acque. — Il Consiglio Superiore delle acque, nel fascicolo secondo degli Annali dell'anno 1920, comunica che sono in corso provvedimenti per sopperire alle deficenze, che si riscontrano nella conoscenza dei nostri impianti idraulici ed idroelettrici.

I provvedimenti in corso sono in riassunto i seguenti:

1). Statistica delle potenze idrauliche chieste in concessione e di quelle concesse, e delle utilizzazioni delle acque per irrigazione a partire dall'applicazione del Decreto legge 20 Novembre 1916 a tutto il 1919.

2). Pubblicazione della carta d'Italia in scala di 1 : 500 000, contenente l'indicazione di tutte le centrali di potenza superiore a 300 HP nominali, fino a tutto il 1920.

3). Pubblicazione della carta delle principali reti di condutture elettriche.

4). Preparazione per la pubblicazione, entro il 1921, della carta dei bacini imbriferi sfruttati con impianti da 300 HP in su.

5). Raccolta del materiale per la preparazione di una pubblicazione del tipo di quella francese, edita a cura della « Chambre syndicale des Forces Hydrauliques », consistente in album di riproduzioni di fotografie degli impianti costruiti.

Apprendiamo poi, che il Direttore Capo dell'Ufficio Speciale Acque Pubbliche è il Comm. Avv. Carlo Petrocchi, ed il capo dell'ufficio di segreteria l'Ing. Carlo Bonomi. Escludendo, naturalmente, qualunque apprezzamento sul merito individuale delle persone prescelte e sulla loro preparazione specifica, chè, anzi ci sono ben note la grande competenza del Comm. Petrocchi e le sue molte benemerenze nel campo idroelettrico, ci sarebbe sembrato in massima più logico che fosse stato fatto il contrario, e cioè che a capo dei servizi fosse stato posto un ingegnere e a capo della segreteria un avvocato. Ad ogni modo ciò che ci sembra essenziale si è che si tenga sempre ben presente, come le acque non siano state precisamente create per dar modo agli avvocati di far delle leggi ed alla burocrazia di impiantare e mantenere degli uffici.

E. Sa.

MISURE: METODI ED ISTRUMENTI.

Prova della rigidità dielettrica dell'olio. - (E. T. Z. 20-1-921) — Il Prof. Peterson ha testè proposto alla Commissione per le prove della Società elettrotecnica tedesca, di utilizzare il seguente dispositivo per determinare la distanza disruptiva di un campione di olio.

L'olio è disposto in un vaso di cartone compresso alto 400 mm, con 40 mm di diametro interno, le cui pareti misurano 5 mm di spessore. Uno degli elettrodi è formato da un tondo di metallo di 10 mm di diametro, collocato nell'asse del vaso, l'altro è costituito da un anello di carta stagnola di 50 mm di altezza, fermato a metà altezza sulla parte interna del vaso.

Con questo dispositivo il campo risulta più uniforme che con le sfere impiegate comunemente, ed i risultati delle diverse prove eseguite sullo stesso campione di olio, concordano pienamente.

:: Note Economiche, Finanziarie e Politiche ::

Le Società Elettriche nel marzo 1921.

Bilanci e dividendi.

Soc. Generale It. Edison di Elettricità — Milano — Cap. L. 74 400 000. La lucida relazione presentata dal Consiglio d'Amministrazione accenna ai continui aumenti delle spese di esercizio, specialmente a causa delle accresciute retribuzioni del personale per effetto del lodo Labriola, che a mala pena sono state controbilanciate dall'aumento delle tariffe autorizzato dal Decreto n. 2264, dall'incremento delle vendite e dai maggiori dividendi sui titoli in portafoglio.

Il bilancio si è chiuso con un saldo attivo di L. 10 315 584,06 che consente di distribuire un dividendo di L. 36 a ciascuna delle 240 000 azioni liberate al 31-12-1919 e di L. 13,13 pro quota a ciascuna delle altre 80 000 azioni versate un decimo.

Per poter procedere alla costruzione di nuove costruzioni di impianti generatori l'Assemblea ha deliberato di aumentare in primo luogo il capitale sociale da L. 96 000 000 a L. 108 000 000 mediante trasferimento a capitale della somma di L. 12 000 000 da prelevare dalla *riserva straordinaria e fondo per imposte;* ed in secondo luogo di aumentare ulteriormente il capitale a L. 180 milioni mediante l'emissione alla pari di n. 240 000 nuove azioni del valore nominale di L. 300 ciascuna.

Soc. An. per Imprese Elettriche Conti. — Milano — Cap. L. 70 000 000. Anche la relazione del Consiglio di Amministrazione di questa Società si riferisce alle sfavorevoli condizioni create dal lodo Labriola, nonchè all'incessante rincaro dei materiali che ha gravato sensibilmente sulla gestione dell'azienda.

Oltre alla prosecuzione dei lavori dell'impianto di Valdo è stato studiato un programma concreto per l'impianto di Crevoladossola.

Il bilancio si è chiuso con un utile netto di L. 4 905 300.06 che permette di distribuire un dividendo di L. 22.50 ad ognuna delle 184 000 azioni vecchie e di L. 2.25 ad ognuna delle 96 000 azioni nuove versate per 2/10.

Soc. Adriatica di Elettricità — *Venezia* — La relazione del Consiglio d'Amministrazione dopo aver accennato nella prima parte all'effettuato aumento del capitale sociale a L. 100 000 000 informa che nell'esercizio scorso le richieste di energia sono accresciute in modo tale da far ricorrere alle riserve termiche.

I lavori per l'utilizzazione delle forze idrauliche del Veneto proseguono ininterrotti mentre sono quasi compiuti quelli della Soc. Milani per un più intenso sfruttamento delle acque dell'Adige.

L'esercizio 1920 è caratterizzato dal riassetto delle linee e degli impianti dopo i danni sofferti dalla guerra.

Il lodo Labriola ha imposto un sacrificio economico gravissimo avendo elevato il costo della mano d'opera di otto volte quello che era prima della guerra.

L'utile netto dell'esercizio è stato di L. 6 019 224,64 che consente di distribuire un dividendo di L. 9 per azione.

Soc. Elettrica ed Elettrochimica del Caffaro. — Milano — Cap. L. 8 000 000. Nell'esercizio 1920 l'attività di questa Società si è svolta regolarmente. La recente concessione delle forze idrauliche dell'alto Caffaro porterà un notevole contributo allo sviluppo della Società stessa nonchè al progresso ed al benessere del bresciano.

Il bilancio si è chiuso con un utile netto di L. 909 006,90 che consente di dare un dividendo di L. 25 per ognuna delle 32 000 azioni da L. 250 ciascuna.

L'Assemblea ha infine deliberato l'aumento del capitale sociale da L. 8 000 000 a L. 12 000 000 mediante l'emissione di n. 16 000 nuove azioni da offrirsi agli attuali azionisti in ragione di una azione su ogni due alla pari.

La *Soc. Anglo Romana* — Roma — Ha chiuso l'esercizio 1920 con una perdita di L. 6 825 889,78. La relazione del Consiglio d'Amministrazione accenna alle cause di carattere generale che hanno ostacolato il riassetto delle industrie esercitate dalla Società stessa che non ha potuto adeguare i prezzi di vendita a quelli di costo.

L'applicazione del lodo Labriola ha poi gravato l'esercizio 1920 con un aumento del 75% sulla somma delle paghe corrisposte al personale del ramo elettricità del 1919.

L'assemblea ha deliberato di coprire la perdita anzidetta con la riserva straordinaria.

Soc. Lombarda per distribuzione di energia elettrica — Milano — Cap. L. 52 000 000. La relazione del Consiglio d'Amministrazione spiega come nell'esercizo chiuso al 31 dicembre scorso vi sia stato un notevole incremento tanto negli introiti quanto nelle spese.

L'utile netto è stato di L. 3 810 282.20 che permette di dare un dividendo di L. 52 per ognuna delle 65 000 azioni interamente liberate.

Officine elettro-ferroviarie — Milano — Capitale L. 8 000 000. Nonostante i dolorosi avvenimenti del 1920 che culminarono nell'occupazione delle officine da parte delle maestranze e nonostante gli accresciuti oneri di ogni genere l'esercizio si è chiuso con un buon risultato finanziario.

L'utile netto è stato infatti di L. 1 420 021,75 che permette di distribuire un dividendo di L. 12 per ciascuna delle 80 000 azioni del valore nominale di L. 100.

Soc. Lecchese di Elettricità — Lecco — Capitale L. 150 000. Ha chiuso il bilancio con un utile di L. 58 678,50.

Soc. An. Gas ed Elettricità di Erba Incino — Milano — Cap. L. 900 000. Ha chiuso il bilancio con un utile netto di L. 56 296,63 che le permette di dare un dividendo di L. 12,50 per ciascuna azione.

Soc. Elettrica Bergamasca — Bergamo — Capitale Lire 10 000 000. La relazione del Consiglio d'Amministrazione fa rilevare che l'esercizio 1920 è stato una dura prova per la Società che ha visto sempre aggravarsi l'incremento delle spese senza possibilità di rivalsa sulle vendite di energia.

Nell'ottobre scorso è stata deliberata la concessione del progettato impianto sul Parina ed ora si sta studiando il progetto definitivo.

Il bilancio si è chiuso con un utile netto di L. 497 467,12 in base al quale si distribuisce un dividendo del 6 per cento.

La Soc. *Idroelettrica dell'Ossola* distribuisce un dividendo dell'8 per cento.

Soc. Elettrica Comense A. Volta — Como — Ha chiuso il bilancio con un utile netto di L. 645 309,59 che permette di dare un dividendo di L. 8 per azione.

Soc. Padana di Elettricità — Milano — Capitale L. 1 500 000. Dà un dividendo di L. 10.50 per ciascuna azione da L. 150.

Aumenti di capitale.

Soc. An. Officine di Energia Elettrica — Novara — Aumenta il capitale da L. 800 000 a L. 1 200 000.

Soc. An. Litoranea di Elettricità di S. Donà del Piave — Aumenta il capitale sociale da L. 700 000 a L. 1 400 000.

Soc. El. Alto Cremonese — Milano — Aumenta il capitale da L. 400 000 a L. 800 000.

Soc. per Imprese Elettriche di Macerata porta il capitale da L. 1 500 000 a L. 2 000 000.

★

Siamo ad una svoltata della nostra storia, e cioè entriamo in un'altra fase della liquidazione del periodo bellico, che potremmo chiamare la liquidazione della follia bolscevica dalla quale sono state invasate le masse in seguito alla rivoluzione russa.

Questa follia in Italia ha trovato facile alimento nella debolezza del Governo per un costante errore di apprezzamento della psicologia del paese nel quale sono caduti successivamente Orlando, Nitti e Giolitti. Questo errore è stato alimentato dalla scarsa popolarità della guerra in parecchi, dalla lotta fra neutralisti ed interventisti, dovuta in gran parte alla politica di Giolitti nel 1915, dal contegno della Francia, dell'America e dell'Inghilterra dopo l'armistizio, che ha sempre più avvalorata la tesi dei neutralisti. Della mancanza di una linea di condòtta ferma hanno approfittato i socialisti ai quali si sono aggiunti i popolari, cioè hanno approfittato i malcontenti i quali hanno trovato dappertutto un terreno assai propizio per la seminagione dell'odio di classe. D'altra parte la classe industriale, la classe degli agrari e quella dei commercianti, che hanno guadagnato enormemente e spesso illecitamente durante e dopo la guerra, nell'intimo proposito di farsi perdonare tali guadagni, anzichè mantenere un contegno energico verso i malcontenti, hanno ceduto oltre misura fin dal primo momento alle più esagerate pretese dei lavoratori, onde il Governo sempre più ha perseverato in quella politica remissiva che si è poi trasformata con Giolitti in politica fatalistica, e che ha culminato nell'ammissione dell'occupazione delle fabbriche e nella dimenticanza completa del codice penale.

Tutti hanno contribuito a far calpestare le leggi fondamentali e tutti hanno, chi per un motivo e chi per un altro contribuito ad alimentare la rivoluzione che in atto abbiamo da due anni.

Ma oltre al dispregio della legge si sono svalutate le leggi economiche, profittando del protezionismo avutosi per effetto degli alti cambi che ci ha isolati per un certo periodo dal resto del mondo, e si è determinata una situazione paradossale la quale ha trovato il suo massimo esponente nel Parlamento che ha ben rappresentato per questi due anni il periodo caotico da noi attraversato.

Oggi, il mondo preme su noi; noi non possiamo considerarci più isolati, le leggi economiche riprendono il loro sopravvento, il paese è stanco e tale sua stanchezza ha generato il fascismo. Questo, che rappresenta l'insurrezione del buon senso contro le aberrazioni degli estremisti bianchi e rossi, ha preso la mano al Governo additandogli le nuove direttive. Il Governo ha finalmente compreso ed ha sciolto la Camera. Il provvedimento si imponeva, e noi lo salutiamo con piacere, augurandoci che il paese dimostrerà

finalmente di aver compreso tutti gli insegnamenti di questo periodo.

Il Governo ha formulato il suo programma nella relazione al Re sul decreto di chiusura della XXV^a legislatura. Questo programma, dal lato economico noi non possiamo però interamente approvare. Risente ancora della politica demagogica che ci ha funestati finora, e dimostra che le alte sfere governative non si sono ancora guarite dalle illusioni e dalle utopie.

L'inno alle cooperative: l'insistenza sul controllo operaio sulle industrie, alcuni accenni al modo di risolvere la questione del latifondo e quella agraria ci dimostrano che certi problemi si vogliono ancora trattare da dilettanti poichè non si sono studiati a fondo e non si sono compresi.

La cooperazione è una gran bella istituzione in teoria, giacchè nulla vi è di più simpatico ed attraente che dare ai lavoratori tutto il frutto del loro lavoro: in pratica però è un'altra cosa. Siccome vi è in Italia una grande montatura per le cooperative, occorre andare molto cauti, e distinguere assai oculatamente fra quelle che possono corrispondere allo scopo e quelle che invece dovranno servire unicamente ai fini politici del partito, e non potranno vivere che a carico e danno dello Stato.

Noi vediamo un pericolo gravissimo per l'economia e lo sviluppo italiano in questa montatura, e non possiamo astenerci dal segnalarlo.

In generale, la forma cooperativa non può assolutamente sostituire con vantaggi la forma anonima di tutte quelle imprese nelle quali il capitale ha la funzione predominante, mentre può dare buoni risultati quando preponderi l'elemento lavoro. Le cooperative di braccianti, ad esempio, sono utili poichè ripartiscono sui lavoratori tutti i guadagni di un appalto o di un cottimo, ma se la cooperativa dovesse gestire una miniera, cioè da lavoratrice dovesse divenire industriale e commerciale, si troverebbe immediatamente alle prese con le difficoltà delle continue nuove immobilizzazioni. Siccome la ricerca del capitale non è facile, o deve intervenire lo Stato con mutui di favore o l'industria deve perire per mancanza di sviluppo.

Così dicasi di ogni altro genere di industrie meccaniche, metallurgiche, cotoniere, tessili ecc. nelle quali ciò che giuoca è il capitale, e l'elemento lavoro è un coefficiente solo della riuscita, ma non il principale. Non parliamo poi dell'industria elettrica nella quale più che in qualsiasi altra il lavoro personale entra in via assolutamente accessoria e il capitale è tutto. L'utile che si ritrae dalla gestione è paragonabile a quello delle imprese fondiarie, cioè piccolo, mentre sono incessanti, giornaliere, le immobilizzazioni di nuovi capitali.

I fanatici della cooperazione credono di prevedere le difficoltà stabilendo nei loro programmi che una parte degli utili deve accantonarsi per gli aumenti patrimoniali, ma, se non sono in mala fede, basterebbe che leggessero i bilanci delle Società anonime per comprendere che nessuna industria ha mai prosperato con i soli ammortamenti.

Il fatto è che nel bilancio dello Stato sono continue le assegnazioni di centinaia e centinaia di milioni per le cooperative che sono divenute le sanguisughe di tutti gli istituti di credito governativi. Alla cooperativa Garibaldi dell'on. Giulietti lo Stato ha regalato i piroscafi e darà denari!

E altri ed altri casi potremmo citare.

Le cooperative, intese come il mezzo per far passare tutte le industrie nelle mani del proletariato sottraendole al regime capitalistico delle Banche e della borghesia, costituiscono una formidabile arma di battaglia del socialismo per la realizzazione delle aspirazioni Marxiste. Tale passaggio, avvenga per rivoluzione o per evoluzione non può essere che deleterio a meno che non si risolva in un cambiamento di dirigenti o di padroni, ciò che potrebbe avvenire anche senza passare per il disastro. Per noi la cooperazione è l'anticamera della statizzazione ed è per ciò che devesi combattere.

Le giuste aspirazioni dei lavoratori per il miglioramento morale e materiale delle loro condizioni possono realizzarsi egualmente senza passare per le esperienze bolsceviche o distruttive.

Oggi ciò che occorre è di finirla con le esagerazioni e con le utopie. La lotta contro lo sfruttamento ha ormai capovolte le situazioni. Gli sfruttati sono divenuti gli sfruttatori, ma mancando di senso di opportunità e di direzione, non possono far nulla di buono e di utile. Siamo nelle condizioni di un bastimento nel quale la ciurma si sia ammutinata. Soppresso il comandante, nell'equipaggio si accendono lotte interne e la nave va a fracassarsi sugli scogli!

Tale è la sensazione che abbiamo ora del nostro paese. Occorrerebbe un Governo forte, ma questo non abbiamo ancora. Il programma di Giolitti lo dimostra. La paura di apparire reazionario conduce quell'uomo, che pure tanto ha fatto per ricondurre la situazione sulle sue rotaie, ad ammettere cose ed istituti che sempre più ci allontaneranno dal retto cammino. Cooperative e controllo dei lavoratori nelle industrie sono due utopie che anzichè pacificare gli animi, li inaspriranno sempre più; anzichè risolvere i conflitti li acuiranno. Il parlamentare ha di nuovo preso la mano sul vero uomo di Governo, e la piattaforma sulla quale si impostano le elezioni è falsata.

Un grave analogo errore commise Giolitti nel suo ritorno al potere l'anno scorso; quello di volere infliggere al paese dei provvedimenti finanziari fatti unicamente per la piazza, che non solo frutteranno poco o nulla all'erario, ma che hanno rovinato e ancora più rovineranno l'economia nazionale. Intendiamo parlare della nominatività dei titoli, e dell'avocazione allo Stato dei profitti di guerra con la revoca di tutte le esenzioni accordate finora. Altri due gravi errori commette oggi coll'impostare il suo programma economico sulle cooperative e sul controllo delle industrie.

La sua mentalità lo conduce spesso a combattere l'industriale che non ha mai troppo visto di buon occhio, ma non pensa che l'industriale ha per la sua stessa natura, una somma di difetti apparenti che sono invece virtù essenziali per il progresso dell'industria. L'industriale deve al massimo grado realizzare il *plusvalore* giacchè soltanto arricchendo l'azionista può trovare nuovi capitali per la sua industria, soltanto facendo lavorare le Banche può trovare al momento opportuno l'appoggio per i propri bisogni finanziari.

Il capitale genera capitale, che viene sempre tutto reimpiegato nell'industria o nel miglioramento dell'agricoltura. Le masse operaie dal continuo progredire del capitale trovano vantaggio e non danno, giacchè una industria prospera impiega masse sempre maggiori e può meglio retribuirle.

Se il Governo avesse lasciato investire tutti i profitti di guerra in esenzione di tasse negli aumenti di impianti o nei miglioramenti agricoli, avrebbe perduto qualche diecine di milioni, ma avrebbe spinta energicamente in avanti la prosperità industriale del paese. Oggi ha provocato il panico nei capitalisti, ha favorito l'esodo dei capitali verso l'estero, ha contribuito alla accentuazione delle crisi, e di conseguenza ha accelerato il fenomeno della disoccupazione, ha rallentata la costruzione di impianti elettrici o di navi, e così ritarda la risurrezione economica del paese.

Questi sono i frutti veri della demagogia che pretenderebbe di sovrapporre le leggi d'imperio alle leggi economiche. Queste, fortunatamente, come dicemmo più sopra, riprendono oggi il sopravvento.

E la conferma l'abbiamo nella pietosa polemica iniziatasi nella stampa socialistica fra i *leaders* delle opposte tendenze. E' palese il fiasco della politica del partito, tanto vero che ognuno cerca di spiegarne le ragioni e di attribuirne la colpa all'altro, ma il fiasco è dovuto alle intemperanze delle persone. Si è corso troppo nell'applicazione della teoria Marxista, ed oggi se ne sentono le conseguenze.

Oggi assistiamo alle serrate di importanti stabilimenti senza che lo sciopero generale o la rivoluzione siano scoppiati in Italia. I capi sono in lotta fra di loro, i socialisti si separano dai comunisti, e le masse si disinteressano e non si agitano perchè hanno capito che l'epoca delle aberrazioni è finita, e se le industrie non possono lavorare, il pane quotidiano corre pericolo.

Le industrie non possono lavorare per un motivo molto semplice: perchè l'estero comincia ad invaderci di nuovo ed a prezzi più convenienti, perchè devesi smobilitare definitivamente l'industria di guerra con tutta la sua pletorica maestranza, perchè è tempo che si rimandi alle campagne tutta quella gente che ne è uscita durante la guerra e si riformi quell'equilibrio fra proletariato agricolo e proletariato industriale che è stato turbato.

Esaminando le cifre statistiche del commercio d'importazione ed esportazione del 920, (in percentuali onde attrarre dal gonfiamento dei prezzi verificatosi progressivamente dal 913 al 920) troviamo:

Per le importazioni	1920	1919	1913
Materie prime greggie	32 %	34 %	38 %
Materie prime semilavorate . .	20 »	19 »	19 »
Prodotti fabbricati	21 »	15 »	23 »
Alimenti e animali vivi	27 »	32 »	20 »
	100	100	100
Per l'esportazione			
Materie prime greggie	13 %	14 %	14 %
Materie prime semilavorate . .	29 »	44 »	24 »
Prodotti fabbricati	42 »	38 »	32 »
Alimenti e animali vivi	16 »	14 »	30 »
	100	100	100

Paragonando agricoltura ad industria rileviamo un netto peggioramento della prima sulla seconda. L'importazone degli alimenti e degli animali vivi dal 20% sale al 27%, mentre la esportazione dal 30% scende al 16%. Ciò vuol dire che la campagna è in sottoproduzione, mentre l'industria è in sopraproduzione. Urge quindi volgere tutte le cure a che la campagna riprenda l'antica attività e ciò non si potrà ottenere altro che restituendole i suoi lavoratori.

Il fenomeno dell'urbanesimo ci costa già troppo, per non doverlo combattere. La crisi degli alloggi dipende in massima parte dal forte accrescimento della popolazione della città dovuta alla mano d'opera occasionale. Questa mano d'opera poi è quella che più ha dato alimento all'indisciplina, al peggioramento del rendimento di lavoro, che più ha guastato le maestranze. In essa le organizzazioni hanno reclutato i massimi proseliti. Il rinca-

ro eccessivo della vita è spiegato nettamente dalle cifre soprariportate. Rarefacendosi la mano d'opera agricola tutto è costato più caro. Aumentandosi la mano d'opera nelle città, si è accresciuta la richiesta e si è esaltata la tendenza al rincaro. Lo spostamento demografico accentuato dalla smobilitazione dell'esercito e dal rimpatrio degli emigrati ha doppiamente concorso al rincaro, che è stato poi esasperato dalla cessazione dell'emigrazione. Noi siamo troppi ormai in Italia e mal distribuiti fra città e campagne, ed in questa constatazione possiamo trovare la spiegazione di tanti fenomeni perturbativi sociali che si sono voluti attribuire alla mentalità di guerra mentre non sono che una conseguenza indiretta della guerra, tanto vero che si verificano nei paesi rimasti neutrali, che hanno lavorato in pieno per i belligeranti.

L'aspirazione al benessere ed al maggior guadagno portano l'uomo ad abbandonare il vecchio posto di lavoro per il nuovo più rimunerativo. Uno dei gravi problemi da risolvere è quello di sfollare le città. Siccome non vi è legge di imperio che possa risolverlo, debbonsi fare agire le leggi economiche naturali, e piuttosto, influire su queste per sollecitarne gli effetti. Quindi saggia opera del Governo sarebbe quella di curare meno il benessere e le aspirazioni socialiste degli operai delle industrie, e invogliare di più la gente a coltivare la terra. Oggi tutti gli sforzi debbono essere volti ad industrializzare l'agricoltura, e ciò si otterrà in larghissima parte diffondendo l'energia elettrica nelle campagne per bonificarle, irrigarle, consentire lo sfruttamento del latifondo, lavorarle meglio. Non basta creare leggi sociali per dare la terra ai contadini se non si dà loro il mezzo di cavare il massimo profitto dalle terre loro assegnate. La disoccupazione non si combatte largendo sussidi ai disoccupati, ma occupandoli altrove per lavori utili a sè ed agli altri.

Questo avremmo letto volentieri nel programma del Governo, e questo non c'è, e ce ne duole perchè si perpetuerà anche nella nuova Camera, l'equivoco che ha inquinato tutta la XXV^a legislatura, di voler risolvere i problemi sociali con una legislazione di maniera anzichè con le forti direttive economiche, anche se apparentemente o temporaneamente contrarie ai postulati dei mestieranti del socialismo.

*

E' stato pubblicato il tanto atteso regolamento sulla avocazione allo Stato dei profitti di guerra. Crediamo che per la prima volta da che esiste il Regno d'Italia siasi arrecato un più grave strappo a tutte le sane norme costituzionali.

Il Governo durante la guerra ha fatto guadagnare largamente; ed è giusto che tale guadagno (che è stato per altro di potente stimolo alla preparazione bellica) sia riversato nelle Casse di Stato. Ma era stato anche ammesso che esso potesse essere impiegato in impianti industriali o nella rifazione di navi distrutte dai sottomarini.

Venuto Giolitti al potere, la prima cosa che ha fatto è stato di far commettere al Governo una vera slealtà. Gli ha cioè fatto rinnegare le promesse antiche obbligando gli industriali a versare anche tutti i profitti dei quali era stato consentito l'investimento in esecuzione di sovraimposta.

In altri termini, prima ha detto loro: se voi impiegate del denaro nuovo in questa impresa, io vi partecipo con l'ammontare delle tasse che avreste dovuto pagarmi. Quando poi ha visto tutti ben bene ingolfati in affari nei quali forse non si sarebbero altrimenti interessati, ha soggiunto: ed ora, io ritiro i miei denari, mi rimangio l'impegno assunto, ed arrangiatevi voi.

Se una Banca avesse fatto ciò, il meno che potrebbe capitarle sarebbe una causa per danni ed interessi. Il Governo invece si vanta di una operazione così poco corretta, ed i funzionari che l'hanno ideata, si fregano le mani per il tiro fatto agli industriali. La piazza esulta, ma per poco, perchè di fronte a tanta iniquità le aziende saranno costrette a chiudere gli stabilimenti non potendo più tirare innanzi, si accrescerà la folla dei disoccupati, ed il Governo dovrà dare ampiamente da una parte quei milioni che ha creduto di poter confiscare, ed il burlato sarà sempre il contribuente, mentre chi riderà definitivamente sarà colui che ha realmente guadagnato dalla guerra, cioè l'intermediario, che nessun agente dell'imposta ha colpito nè riuscirà mai a colpire, e che ha impiegato a tempo i suoi capitali all'estero, sfuggendo così a quell'altro errore economico grave della nominatività dei titoli, che tanto ha contribuito e contribuirà a ritardare la nostra restaurazione economica.

Il regolamento sui profitti di guerra sanziona il grave principio della retroattività in materia fiscale, mai ammesso finora in Italia; arresta gli accertamenti al 30 Giugno 1920 senza preoccuparsi che dopo quell'epoca ha avuto inizio la crisi industriale, onde sottrae quelle somme che dovrebbero servire come riserva per le perdite posteriori, lasciando queste a totale carico degli azionisti; e consegna gli accertamenti in modo da far restituire all'erario non i soli sovraprofitti o gli aumenti di patrimonio, ma anche parte degli utili normali e del capitale delle aziende.

Infine, caso inaudito, il regolamento ha il potere di abrogare leggi e decreti, e di alterare contratti sacrosantamente fatti fra lo Stato ed i contribuenti! Roba più rivoluzionaria, più demagogica di questa, non si era mai vista!

Un solo augurio vogliamo fare. Che la Camera, meno demagogica della defunta abbia il coraggio di far giustizia di tante enormità e di annientare il bolscevismo della burocrazia che ci è stato finora assai più fatale di quello di Bombacci e compagni.

Il vero pericolo per l'Italia economica non è tanto nei partiti estremi quanto in quegli esponenti parlamentari della statizzazione e della burocratizzazione, e nella viltà degli uomini dei cosidetti partiti dell'ordine, che antepongono le esigenze personali e quelle delle loro clientele elettorali, al bene del paese. In Italia dovrebbero esistere tre soli partiti, il rosso, il nero e quello dell'ordine. Questo partito di mezzo dovrebbe essere disciplinato e compatto, e si imporrebbe. Finora è stato diviso in cento camarille ed in mille ambizioni, e pur essendo partito di Governo non ha mai dato forza a nessun Governo studiandosi solo di minarne le esistenze.

Giolitti tende ora a formarlo, ma non vi riuscirà, perchè non ha saputo spogliarsi di tutto il bagaglio demagogico per non spiacere a qualcuno dei suoi fidi. Si è tolto quindi una parte della sua forza, e gli avversari ne approfitteranno.

Gli uomini di mezzo torneranno alla camera aumentati di numero, ma non potranno costituire il partito dell'ordine, e saremo daccapo con le crisi di gabinetti per la libidine del potere di questo o quel gruppetto. E il partito socialista ritornerà alle sue intemperanze e riprenderà forza e vigore, speculando sulle nostre divisioni e sulle nostre debolezze. E queste vi saranno sempre fino a tanto che non si troverà un timoniere energico che saprà guidare senza esitazioni e senza false deviazioni la nave verso la giusta meta.

Vi sono molti economisti improvvisati in Italia che ancora credono ad uno stretto legame fra gli avvenimenti nostri e i corsi dei cambi, e si stupiscono quando questi non corrispondono alle loro previsioni. Si è avuto un crollo nelle quotazioni: ed ecco tutta la stampa preannunziare ribassi nel costo della vita e ritorno alle condizioni prebelliche. Dopo due o tre giorni si è riperduto in parte il guadagnato, e tutti si son dati a gridare contro la speculazione!

Abbiamo troppe volte discusso di quest'argomento su queste note per dovervi ritornare sopra.

I cambi per l'Italia sono eccessivamente alterati e questa eccessiva alterazione è dovuta in parte a speculazione e in parte al discredito cui siamo fatti segno per ragioni di politica estera e di politica interna. Ma anche quando sarà stata annullata quella parte dovuta a ragioni diremo così sentimentali, risentiremo della nostra condizione economica. Noi abbiamo un bilancio statale che finora perdeva 14 miliardi all'anno ed ora dice Giolitti che ne perderà appena 4.

Noi abbiamo uno sbilancio commerciale fra le importazioni e le esportazioni che ancora si aggira sugli 8 miliardi (Nel 1920 Importazioni milioni 15862 Esportazioni milioni 7803).

Il cambio è il rapporto fra il valore reale ed il valore fittizio della moneta, cioè fra l'oro e la carta. Tale rapporto tende all'unità quando il bilancio statale ed il commerciale (compreso il movimento dei capitali) sono in pareggio e quando la riserva aurea raggiunge una determinata aliquota sulla carta in circolazione.

Ciò non avviene attualmente che in America, ed è perciò che tutti i paesi perdono nel comprare dollari. La perdita è però da considerarsi in senso relativo ed in senso assoluto fra le varie situazioni di sbilanci dei vari paesi, e fra le capacità economiche e le potenzialità proprie dei paesi stessi.

In Italia noi non potremo veder migliorate sensibilmente le condizioni che importando (cioè consumando) di meno esportando di più, cioè facendo produrre alla terra molto di più e sapendo esportare i prodotti industriali verso mercati atti ad assorbirli e che abbiano moneta meno svalutata della nostra (mentre la tendenza ora è l'opposto!) nonchè attivando una forte e ben organizzata emigrazione della nostra forza di lavoro, che è uno degli articoli per i quali abbiamo il primato nel mondo, e che ci ha sempre permesso di importare molto oro nei tempi passati. Il movimento dei forestieri si va intensificando, ma a causa del deprezzamento della nostra lira, il vantaggio che ne ricaviamo è assai minore del beneficio che ne godono essi ed indirettamente il loro paese, e facendo esattamente il bilancio del pro e del contro forse si causano più perdite che utili. Per lo meno ci disturbano od aumentano i nostri disturbi perchè accentuano la deficienza degli alimenti, degli alloggi, dei mezzi di trasporto, e siccome vengono per fare economia, non sono spendereccci quanto occorrerebbe.

Passerà del tempo fino a che potremo tornare a rivedere il cambio alla pari!

E non ci sembra ancora decisamente venuto il momento di prevedere un assestamento dei cambi verso quel limite naturale cui prima accennavamo; cioè vedere la lira italiana quasi alla pari con il franco francese, il dollaro a 10 o 12 lire e la sterlina a 50 o 60 lire. Gli alti e bassi non ci sorprendono quindi, per quanto possa dirsi che le oscillazioni si svolgono ora su un asse declinante mentre fino a pochi mesi fa l'asse era crescente.

Dallo specchietto che riportiamo appare chiaro per il trimestre decorso l'andamento internazionale.

Le perdite e i guadagni in percento si riferiscono secondo il solito al franco svizzero preso eguale a 1.

	Gennaio	Febbraio	Marzo
New York	+ 19,93 %	+ 15,50 %	+ 10,88 %
Spagna	— 11,07 »	— 16,50 »	— 18,75 »
Olanda	+ 1,59 »	— 1,68 »	— 4,48 »
Svezia	— 0,50 »	— 3,70 »	— 2,— »
Inghilterra . . .	— 3,85 »	— 7,23 »	— 10,18 »
Norvegia	— 12,10 »	— 27,— »	— 32,— »
Danimarca . . .	— 9,80 »	— 23,60 »	— 25,10 »
Belgio	— 52,50 »	— 55,35 »	— 57,65 »
Francia	— 54,50 »	— 56,88 »	— 58,40 »
Italia	— 76,63 »	— 78,05 »	— 76,05 »
Germania . . .	— 91,16 »	— 92,28 »	— 92,56 »
Vienna	— 98,34 »	— 98,50 »	— 98,51 »

L'Italia in fondo è l'unico paese nel quale siasi verificato un lieve miglioramento, il quale si mantiene e forse si accentuerà in aprile.

*

Il contegno delle nostre borse è sempre incerto, con pesantezze e tendenze a realizzi, nè migliore è quello delle borse estere. Troppo agitata è sempre la situazione, e troppo tesa. La Germania sta spegnendo nel sangue un altro tentativo spartachiano, che è scoppiato contemporaneamente agli atti terroristici dei bombardieri italiani. In Inghilterra il gravissimo sciopero dei minatori che vogliono la nazionalizzazione delle miniere (cioè il mantenimento del salario nazionale e la partecipazione agli utili) tiene tutti perplessi tanto da far ritornare in quel paese il regime di guerra. La Grecia alle prese con la Turchia sembra che le stia prendendo. Un buffo tentativo di ritorno di Carlo di Absburgo a re di Ungheria ha tenuta agitata la diplomazia europea. La Francia è sempre nervosa per il contegno della Germania e per i risultati del plebiscito dell'Alta Slesia non conformi ai suoi desideri.

Tutto ciò non è fatto per dare calma alle borse.

Da noi i titoli industriali sono depressi, e specialmente quelli elettrici. Oramai il pubblico non vuol più saperne di un'industria che dà modesti dividendi, che è insidiata dalla statizzazione, che vende sottocosto e capitalizza all'8 o al 9%. Così vediamo l'Edison oscillante fra 400 e 420 pur avendo dato un dividendo di 36 lire, le Vizzola a 720, le Bresciane a 98 ecc.

Riportiamo qui sotto lo specchietto delle quotazioni del mese di marzo, che ci dispensa da ulteriori commenti.

CORSO MEDIO DEI TITOLI ELETTRICI NEL MESE DI MARZO 1921

	Valore nominale	Compenso febbr. 1921	1ª decade	2ª decade	3ª decade	Compenso marzo 1921
Edison	300	464	453	438	435	400
Conti	250	300	305	300	290	300
Vizzola	500	710	720	722	715	720
Bresciana . . .	100	100	100	101	99	98
Adamello . . .	200	190	195	190	186	184
Trezzo d'Adda .	250	260	260	260	260	260
Un. Es. El. . .	50	56	57	58	57	56
Elettr. Alta Italia	250	230	250	255	256	256
Cenischia	100	80	80	80	80	80
Idr. Piem. S. I. P.	125	111	111	119	110	110
Off. El. Genovesi	250	236	232	236	231	236
Adriatica . . .	100	110	112	110	109	108
Negri	200	190	150	150	145	150
Ligure Toscana .	200	190	195	198	200	200
Anglo Romana .	500	450	470	423	419	410
Gen. Elettr. Sicilia	100	80	80	80	80	80
Rendita	100	74	73,85	73,15	72,55	73
Consolidato 5 % .	100	75,50	75,35	75,30	75,20	75,50

				Minimo	Massimo
Cambio Parigi	196,49	188,98	175,23	170,31	197,71
» Londra	106,22	105,29	98,93	95,92	106,50
» Svizzera	455,83	461,23	434,25	425,90	461,23
» New York	27,12	26,88	25,03	24,22	27,33
» Oro	421,15	417,46	392,24	380,31	422,75

L'annuncio dello scioglimento della Camera e della convocazione dei comizi è stato salutato con un rialzo dei consolidati e un miglioramento nei cambi.

Il mercato metallurgico.

La tendenza di questo mercato in questi ultimi tempi è stata orientata verso il ribasso. E ciò si comprende. L'accumulazione di forti stocks, le crisi economiche estere, l'attesa dell'ondata di ribasso, la crisi industriale italiana che si va manifestando sono tutte cause di una abbondanza di offerte e di una scarsità di domande.

Gli affari sono paralizzati e nessuno compra.

Ed il ribasso si accentuerà. I prezzi attuali sono effettivamente assai bassi e non offrono margini di utili, ma siccome in essi influisce il cambio, dovranno fatalmente ancora più ribassare. Purtroppo per i produttori ed i commercianti di metalli il periodo dell'ascesa dei prezzi, nel quale sono stati realizzati ingenti guadagni è sorpassato.

I guadagni sono stati spesi e debbono essere tenuti a disposizione dello Stato. Si apre oggi l'era delle perdite che saranno dolorose e gravi, ma d'altra parte, per i consumatori di metalli, che a loro volta sono produttori di altre merci il cui prezzo di vendita è obbligato, come sono ad esempio le imprese elettriche, il ribasso è provvidenziale perchè consente di intensificare la costruzione degli impianti.

Il rame in America si quota all'incirca 12 cents. per libbra, cioè, se il cambio fosse alla pari, a circa L. 1,50 al Kg. reso in Italia. Siamo quindi assai più bassi dei prezzi prebellici. Tenuto conto del cambio le nostre quotazioni dell'elettrolitico a 825 non sono esagerate.

Per gli altri metalli all'estero, sostegno.

Riassumiamo i costi dei principali metalli sulla piazza di Milano nel trimestre Gennaio-Marzo, dal quale si possono chiaramente desumere i ribassi, specialmente verificatisi in Marzo:

	Gennaio		Febbraio		Marzo	
	da	a	da	a	da	a
Rame in pani elettrolitico .	900	880	875	830	825	730
» in lastre	1400	1375	1300	1300	1300	1150
» in fili	1250	1200	1150	1150	1150	950
» in tubi	1500	1500	1450	1450	1450	1300
Zinco in pani prima fusione	300	310	300	290	290	275
» in fogli	525	525	575	500	480	425
Ottone in fogli . . .	1275	1215	1225	1200	1200	1050
» in fili . . .	1250	1190	1200	1175	1175	1025
» in verga . . .	700	675	665	650	650	625
» in tubi . . .	1400	1400	1350	1350	1350	1250
Stagno (per kg.) . . .	24	24	24	23,50	23	22
Piombo in pani . . .	270	250	250	240	230	210
» in lastre e tubi .	310	290	290	270	260	240
Lamiere di ferro nere . .	260	250	225	210	210	190
» » » zincate .	410	400	375	350	330	310
Tubi di ferro neri . .	375	360	360	330	350	330
» » » zincati . .	475	460	460	430	430	410
Bande stagnate (per cassa)	285	270	265	240	240	225
Antimonio	360	300	300	300	300	310

Salvo che per lo stagno i prezzi si riferiscono a lire per quintale e per quantitativi di almeno una tonnellata. Le prime quotazioni si riferiscono ai primi giorni del mese e le seconde agli ultimi.

Combustibili.

Naturalmente anche per i carboni i prezzi volgono al ribasso. Anzi l'accentuazione verrà attualmente un po' modificata per lo sciopero dei minatori inglesi.

L'ultimo bollettino della gestione carbone delle Ferrovie dello Stato (che col 1° Gennaio ha sostituito quella del Ministero dell'Industria affidata al sottosegretariato per la Marina Mercantile ed i Combustibili) porta i seguenti prezzi:

Carbone da vapore della Westfalia	L. 275
» » dell'Alta Slesia	» 260
» » Belga	» 260
» da forni-splint e similari e da gas . .	» 275 a 260
Coke metallurgico Westfalia	» 450
» » Alta Slesia	» 410

I prezzi si intendono su chiatta nei porti o su vagone stazione confine, a partire dal 28 marzo.

Per i carboni inglesi i prezzi sono i maggiori, e a fine marzo si quotava l'antracite tout-venant, 465 lire, il Cardiff primario 350 a 360 lire, secondario 345 a 350, lo Splint 335 a 345, il Coke 500 a 510.

I carboni americani stanno sulla base di 12 a 13 dollari cif, vale a dire, spese comprese, fra le 340 e le 360 lire. I francesi si preparano ad esportare carbone in Italia e già hanno inviato i loro agenti per fare affari.

Il rapido ribasso dei carboni ha fatto completamente dimenticare la gravità del problema del combustibile in Italia, causando un grave dissesto nell'Industria lignitifera la quale minaccia di essere distrutta.

Noi italiani abbiamo un gravissimo difetto: di essere troppo superficiali. Un problema ci interessa soltanto quando è contingente. Tutti allora ci si appassionano, ne vogliono parlare e si dicono un mondo di sciocchezze e parecchie anche se ne fanno. Passato il pericolo nessuno ci pensa più.

Eppure se c'è un problema che deve essere sempre considerato contingente è quello dei combustibili nazionali. Esso deve essere studiato a fondo e risolto una volta per sempre. L'Italia non può restare alla mercè dell'Estero per la prima fra tutte le materie prime e per i suoi servizi essenziali. Oggi è uno sciopero inglese, domani sarà quello americano, poi quello tedesco ed i primi a risentirne siamo noi! Non ne abbiamo abbastanza dei nostri che ci tocca soffrire anche per quelli degli altri.

Durante la guerra si è studiato, si è fatto, ma ora nessuno ci pensa più. Tutti sono illusi di poter fra breve avere il carbone a 200 o a 100 lire la Tonnellata, e non si comprende più la necessità economica e politica di sfruttare le nostre risorse.

E' una falsa credenza che dalle nostre ligniti non possiamo cavar profitto.

E' certo che se si continuerà nell'errore di far viaggiare un materiale terroso e bagnato, ai prezzi attuali di costo di escavazione, tenuto conto del carbone occorrente a far viaggiare sostanze nocive od inerti, e del potere calorifico industriale risultante, nessuna convenienza vi potrebbe essere a mantenere in piedi le miniere. Ma il problema non deve essere considerato in tal modo.

Ogni miniera deve avere il suo mercato in un raggio ristretto.

Sempre che sia possibile utilizzare in un piccolo territorio il calore, la soluzione che s'impone è quella di gassificare la lignite a bocca di miniera e trasportare a distanza il gas.

Per ogni miniera va studiato a fondo la lignite principalmente dal punto di vista delle sue ceneri, che costituiscono il punto nero. Le difficoltà più gravi di utilizzarle nei forni delle caldaie risiedono appunto nella natura delle ceneri e nel loro grado di fusibilità. E' inutile, anzi dannoso, generalizzare lo studio dei nostri combustibili che va fatto caso per caso, e la risoluzione del problema del modo come utilizzarli va studiato anche località per località.

Dove si possa creare una centrale elettrica di integrazione, devesi crearla, perchè in tal modo si accresce il valore delle centrali idroelettriche circonvicine o si migliora la distribuzione dell'energia in tutta la regione. E ciò servirà non tanto a risparmiare carbone estero quanto ad aumentare la quantità di energia a disposizione del pubblico.

Dove invece vi siano possibilità di applicazioni termiche, si facciano sorgere per risparmiare il carbone estero.

In ogni caso, non si faccia mai viaggiare la lignite bagnata.

Il modo migliore di godere delle ligniti consiste nella loro essiccazione e polverizzazione. La combustione a polvere, come più volte abbiamo scritto in queste note, è l'unico e miglior modo di bruciare la lignite nelle caldaie e nei forni.

Le ceneri pulverolenti non danno più fastidio perchè sono abolite le griglie e l'umidità scomparsa per l'essiccazione, non arreca perdite di rendimento per l'abbassamento delle temperature del fuoco. Anzichè fabbricare mattonelle che bruciando presentano gli stessi inconvenienti sulle griglie relative alle ceneri, si faccia viaggiare la polvere essiccata, magari leggermente compressa in blocchi per convenienza di trasporto, in modo da poter essere facilmente adoperata negli apparecchi di combustione presso i quali, frantumandosi agevolmente il blocco, la polvere potrebbe subire al momento dell'uso l'ultima macinazione ed essiccazione per renderla atta alla combustione.

Nelle operazioni di essiccazione e macinazione potrebbe essere in molti casi realizzato una separazione aerodinamica delle sostanze terrose il cui peso specifico a parità di volume è più che doppio di quello del carbone. Queste operazioni di arricchimento non costano molto e certo assai meno della spesa occorrente per far viaggiare acqua e terra.

Ligniti così trattate possono equivalere termicamente e come effetto utile nei forni al 60% del carbone bruciato sulle griglie, e possono quindi pagarsi in correlazione.

Vi è adesso un'altra Commissione Reale che studia per l'ennesima volta — speriamo che imbrocchi la via giusta.

Da un pezzo noi ripetiamo che l'unico modo di godere le nostre ligniti è di gassificarle sul posto quale che sia il grado di umidità ed il tenore e la qualità delle ceneri, o di usarle a distanza se polverizzate.

Fuori di questi termini non si esce. E' inutile perdere la testa a inventare nuovi tipi di griglie o di avanforni poichè anche se si riuscisse, si ricadrebbe sempre nell'errore di far viaggiare un materiale troppo povero. E la mattonella per quanto costituita da materiale secco, non potrebbe dare buoni risultati mentre costerebbe troppo in proporzione al suo effetto utile.

Il Governo una cosa sola dovrebbe fare. Installare quegli apparecchi di combustione a polvere che possiede e provare in essi tutte le qualità delle nostre ligniti per dimostrare al pubblico la convenienza ed i vantaggi della combustione a polvere (alla quale ben pochi ancora credono). E dovrebbe imporre alle Ferrovie dello Stato l'uso della combustione a polvere sulle locomotive. Assodato questo punto, dovrebbe proibire il trasporto di ligniti umide, e per le qualità non strettamente legnose (picigno) dovrebbe studiare una tariffa speciale per i blocchi o i recipienti contenenti polvere di lignite essicata. In applicazione poi dei decreti che già esistono, dovrebbe premiare tutti gli impianti a bocca di miniera che si prefiggessero la preparazione dei blocchi di polvere di lignite arricchita per il trasporto entro un raggio di azione che dovrebbe essere stabilito miniera per miniera.

Ci sembra che così facendo, si metterebbe il problema sulla via giusta.

All'estero e specialmente in America si dà una grandissima importanza alla combustione di polveri di lignite. Da noi si dorme,... e si attende il carbone americano!!!

Ing. D. CIVITA.

Associazione Elettrotecnica Italiana

Eretta in Ente morale il 3 Febbraio 1910

Notizie delle Sezioni

SEZIONE DI NAPOLI.

(*Cariche Sociali per il Triennio* 1921-1923)

Presidente: Melazzo di San Giorgio Prof. Ing. Giovanni — *Vice Presidente*: Cangia Comm. Ing. Giuseppe Domenico — *Cassiere*: Saggese Ing. Achille — *Segretario*: Torelli Ing. Ugo — *Consiglieri*: Catalano Ing. Giorgio, De Porcellinis Ing. Ettore, Eiler Vainicher Ing. Luigi, Le Coultre Ing. Elia, Lombardi Prof. Ing. Comm. Luigi, Selmo Ing. Luigi — *Consiglieri Delegati*: Azzi Ing. Alberto, Bonghi Ing. Comm. Mario. De Angeli Ing. Roberto. Maffezzoli Ing. Alfonso, Pession Cav. Uff. Giuseppe - Cap. di fregata, Vanzi Ing. Ivo.

✱

SEZIONE DI TORINO.

La mattina dell'11 aprile la Sezione di Torino dell'A. E. I. in unione alla locale Sezione dell'Associazione Nazionale degli Ingegneri Italiani, cortesemente ospitata dalla Società della Ferrovia Torino-Valli di Lanzo, ha compiuto una visita al nuovo impianto di elettrificazione della linea Torino-Ceres. Durante la gita in treno speciale lungo l'intero percorso della linea e la visita alla sottostazione di conversione di Ciriè, effettuata sotto la guida del Prof. Ing. Lorenzo Ferraris, dell'Ing. Conte Alberto Scotti e dell'Ing. Pier Paolo Rossi, i numerosi tecnici convenuti hanno avuto campo di esaminare e di apprezzare tutti i dettagli dell'impianto, che costituisce un interessante ed ardito esperimento di trazione a corrente continua a 4000 volt.

Alla stazione di Ceres, ove la Società ospitante con squisita cortesia offrì un vermouth ai gitanti, prese la parola l'Ing. Palestrino, Vicepresidente della Sezione, per rivolgere alla Società stessa un caldo ringraziamento ed un voto di plauso al suo Consiglio di Amministrazione ed ai suoi valorosi tecnici per la completa riuscita dell'impianto, che la pratica di alcuni mesi di esercizio ha dimostrato pienamente rispondente alle esigenze del servizio. Ebbe pure parole di vivo compiacimento per il Tecnomasio Italiano che eseguì l'impianto risolvendo in modo veramente geniale le difficoltà tecniche del sistema. All'Ing. Palestrino si associò l'Ing. Massimo Tedeschi a nome dell'Associazione degli Ingegneri. Risposero il Prof. Ferraris per il Consiglio di Amministrazione della Società e l'Ing. Treves per il Tecnomasio.

La visita fu preceduta la sera di sabato 9 da una interessante conferenza illustrativa tenuta dal Prof. Ferraris nella sede Sociale, e della quale verrà quanto prima pubblicato il testo.

✱

Fondazione Esterle.

Nell'ultimo Consiglio Generale furono nominati quali rappresentanti dell'Associazione nel Consiglio direttivo della Fondazione Esterle [1] il Senatore O. M. Corbino ed il Prof. L. Ferraris.

[1] Vedasi statuto fondazione Esterle, pubblicato nel n. 4 dell'anno in corso a pag. 89.

TEDESCHI GIOVANNI FU GIOVANNI, gerente responsabile ARTI GRAFICHE VARESINE - VARESE

VOL. VIII (XXV degli Atti) 15 Maggio 1921 N. 14

L'ELETTROTECNICA

GIORNALE ED ATTI DELLA

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

REDAZIONE ED AMMINISTRAZIONE: VIA SAN PAOLO, 10 - MILANO - TELEFONO N. 20-86

REDATTORE CAPO: A. BARBAGELATA - REDATTORI U. BORDONI - M. SEMENZA - G. VALLAURI

È GRADITA LA COLLABORAZIONE DEI LETTORI - GLI ARTICOLI DI INTERESSE GENERALE ACCETTATI DALLA REDAZIONE SONO COMPENSATI

I MANOSCRITTI NON SI RESTITUISCONO

Il generatore a induzione autoeccitato.

Lo studio delle macchine elettriche, anche nelle loro forme ormai classiche e normalizzate, è davvero tutt'altro che esaurito. I fenomeni che accompagnano il loro funzionamento sono talmente numerosi e complessi, che la rappresentazione che noi ce ne formiamo e di cui ci serviamo usualmente, non può considerarsi se non come assolutamente schematica e scheletrica, frutto di innumerevoli semplificazioni convenzionali. Non deve far quindi meraviglia se di tempo in tempo vengono proposti ed esaminati, anche per le macchine più usuali, modi di funzionamento affatto diversi da quelli che siamo avvezzi a considerare. Fra gli studi di questo genere ci sembra degno di attenzione quello del collega SORDINA, presentato recentemente alla Sezione di Livorno e illustrato, durante la comunicazione stessa, da continui rilievi sperimentali. Si tratta del funzionamento del generatore a induzione autoeccitato mediante condensatori, funzionamento che presenta molti aspetti interessanti e di cui non erano mai state finora, se ben ci apponiamo, nè rilevate nè discusse le peculiari e notevoli caratteristiche.

Trazione elettrica e alimentazione delle linee di contatto

L'ing. Francesco Schupfer in una cortese lettera che riproduciamo nel corpo di questo numero, risponde alla nostra nota di redazione pubblicata contemporaneamente al suo studio sugli aspetti finanziari della elettrificazione delle ferrovie (¹).

Non occorre dire che gli argomenti portati dal Comm. Schupfer ci trovano pienamente consenzienti, in quanto che si accordano perfettamente coi criteri contenuti nella nostra nota. Ci consenta tuttavia l'egr. ingegnere di ritenere che nello sviluppo della trazione elettrica delle tramvie e ferrovie secondarie vi sia molto da fare in Italia, e che se le Ferrovie dello Stato dovranno migliorare i loro servizi e abbassarne il costo per far fronte alla concorrenza di ferrovie secondarie e tramvie elettrificate, uno dei danni più gravi dell'esercizio di stato delle ferrovie, sarà in parte diminuito. Naturalmente una sana concorrenza fra ferrovie di Stato e Ferrovie e Tramvie private non può nascere se queste ultime non hanno i mezzi di far fronte alle occorrenze del traffico e in molti casi l'unica possibilità perchè esse di tali mezzi possano disporre è l'elettrificazione.

Per le linee a debole traffico tanto delle ferrovie dello Stato che delle ferrovie e tramvie private, siamo senz'altro d'accordo col Comm. Schupfer nel deprecare qualsiasi trasformazione del sistema di trazione (nella nostra nota proponevamo perfino di sostituire servizi automobilistici alle tramvie di troppo scarso traffico) e nell'indicare alla riprovazione del mondo tecnico e finanziario italiano lo spreco inutile di danaro e di materiali che si fa per elettrificare i tronchi Pinerolo-Torre Pellice, e Bricherasio-Barge, esempio questo chiaro e lampante di quanto male può la politica fare quando si impicci di problemi tecnici.

Pure in questo numero l'ing. SORELLI espone in un articolo l'idea fondamentale di un suo sistema di alimentazione delle linee di contatto a corrente continua, sistema che ha lo scopo di permettere un maggior distanziamento fra le sottostazioni. L'idea dell'ing. Sorelli è molto semplice. Si tratta in sostanza di alimentare una linea di trazione a doppia tensione, quella più bassa fornita alla linea di contatto direttamente alla sottostazione, l'altra più elevata condotta mediante linea di alimentazione all'altra estremità della linea di contatto.

L'alimentazione delle vetture lungo la linea avviene pressochè a tensione costante, ed è intuitivo come il sistema possa ben funzionare. Qualche dubbio pare tuttavia permesso circa le perdite di energia che così si introducono e sulla convenienza di avere macchine a tensione diversa in una stessa sottostazione. In una rete complessa di ferrovie o di tramvie in cui le sottostazioni devono essere di tanto distanziate quanto la sicurezza dell'esercizio lo consente e non quanto la caduta di tensione potrebbe ammettere, il sistema dell'ing. Sorelli avrebbe evidentemente minor ragione di essere, mentre appare meglio indicato nei casi di linee staccate o di estremità proiettantisi esternamente alle reti.

In ogni modo il tentativo è interessante, i diagrammi riportati sono istruttivi, ed è da augurarsi che qualche competente voglia esprimere il suo parere in argomento.

(¹) Vedasi a pag. 148 quest'anno.

Il premio Jona.

Come i consoci ricordano, il compianto Ing. Jona, così tragicamente scomparso in mare nel Maggio del 1919, lasciava nel suo testamento un titolo di consolidato, di 5000 lire, perchè, col suo reddito, si premiasse « la migliore memoria presentata annualmente all'Associazione ».

Data la non grande entità della somma a disposizione, il Consiglio generale stabiliva che il premio dovesse consistere in una medaglia d'oro, ed incaricava una speciale Commissione, composta dei Proff. Ascoli, Grassi, Lombardi e Barbagelata, di proporre le modalità tutte per il conferimento del premio. La commissione ha presentato le sue proposte all'ultimo consiglio generale, che le approvava, e possiamo così oggi pubblicare il « Regolamento per il premio Jona ». Come si vedrà si è voluto in un certo senso premiare non solo il valore, ma anche la diligenza dei consoci: perchè una memoria presentata in un dato anno all'A. E. I. possa concorrere al premio, sarà infatti necessario che il testo completo sia consegnato alla redazione al più tardi entro il Marzo successivo. I manoscritti giunti dopo tale termine non potranno naturalmente partecipare neppure ai concorsi successivi. Coll'ammettere al concorso le sole memorie presentate alle Sezioni o alle riunioni annuali, non solo si è creduto di interpretare esattamente le intenzioni del compianto ex-Presidente generale; ma si è cercato un nuovo argomento per vincere la ingiustificata ritrosia di tanti nostri colleghi, e per favorire l'auspicato risveglio dell'attività delle Sezioni.

La prima medaglia sarà assegnata nella riunione autunnale di quest'anno. Vi concorreranno le memorie presentate nel biennio 1919-1920. Ricordiamo quindi ai colleghi che, avendo presentato in tale periodo qualche lavoro importante non ne avessero ancora consegnato il manoscritto, che è dato ad essi tempo, eccezionalmente, fino al giorno 15 del prossimo Giugno.

Propaganda per i Soci Vitalizi.

Come fu pubblicato a suo tempo, coll'ultimo referendum furono sostanzialmente modificate le disposizioni statutarie relative ai Soci vitalizi o perpetui, coll'intento di poter a poco a poco creare un patrimonio all'associazione colle quote versate da tali soci veramente benemeriti del sodalizio. Naturalmente sarebbe vano attendersi che le iscrizioni a socio vitalizio, per il semplice fatto del referendum, seguissero numerose, e sarà necessaria opera di persuasione e di propaganda da parte di coloro che più hanno a cuore la vita dell'A. E. I. La presidenza della Sezione di Livorno ha iniziato appunto tale lavoro di propaganda diramando ai suoi soci una circolare che riportiamo fra le notizie ufficiali dell'Associazione.

LA REDAZIONE.

SUL GENERATORE A INDUZIONE ECCITATO MEDIANTE CONDENSATORI

:: Comunicazione del 1° tenente di vascello U. SORDINA ::
:: :: presentata alla Sezione di Livorno il 6 marzo 1921 :: ::

1) *Generalità.* — E' noto come un motore a induzione possa funzionare da generatore, quando il rotore venga trascinato a una velocità superiore al sincronismo, superiore cioè alla velocità con cui ruota il campo rotante statorico. In tali condizioni il generatore asincrono può lavorare su una rete, in parallelo con generatori sincroni; esso assorbe da questi la corrente in quadratura, da cui dipende il campo rotante statorico, e dà alla rete la corrente in fase o di lavoro, corrente che varia al variare dello scorrimento. Mentre è ricca la letteratura tecnica su tale modo di funzionare del generatore asincrono (¹) e molto se n'è parlato in questi ultimi tempi nei riguardi della utilizzazione delle piccole energie idriche e dell'automatismo delle centrali secondarie, ben poco è stato finora detto su un'altro particolare modo di funzionare dello stesso generatore asincrono, vale a dire sul funzionamento con eccitazione fornita da condensatori. E' noto infatti, come la corrente in quadratura possa essere data da condensatori collegati in derivazione sui morsetti della macchina e come in tal caso il generatore asincrono diventi autoeccitatore e possa da solo lavorare su una rete, erogando energia. E' parso di qualche interesse eseguire una serie sistematica di misure e di esperienze, intese a definire le caratteristiche di tale funzionamento della macchina asincrona, e rilevare sperimentalmente le modalità dei fenomeni che l'accompagnano.

2) *Corrente magnetizzante.* — Per un primo orientamento sui valori di capacità e quindi sul numero dei condensatori che sarebbero stati necessari, si è proceduto alla misura delle correnti magnetizzanti assorbite da alcuni motori di varia potenza disponibili in laboratorio, alimentati sotto diverse tensioni, con frequenza praticamente costante e pari a 50. La misura fu fatta alimentando i vari motori attraverso un regolatore a induzione e assumendo come correnti magnetizzanti i valori rilevati mentre il rotore era mantenuto, con altro motore, alla velocità di sincronismo, realizzando la condizione di minimo di corrente. Il risultato della misura è riportato in figura 1. In base a tale risultato e alla disponibilità di condensatori, le esperienze furono intraprese sul più piccolo dei motori, cioè su un motore asincrono trifase della Ditta Marelli tipo A 30/4 N, 2,21 kW, 260 V, 50 periodi, 1435 giri. La sistemazione del circuito di misura è rappresentata in figura 2.

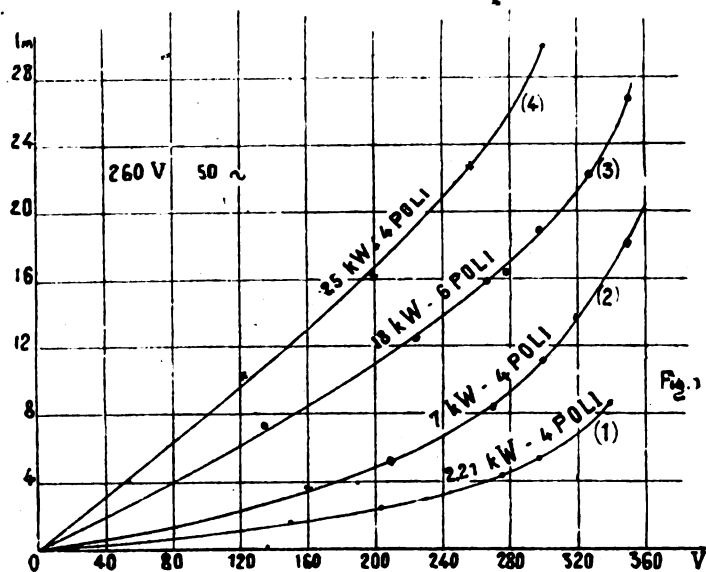



Fig. 1.

3) *Dispositivo sperimentale e prove preliminari.* — Ai morsetti del motore asincrono M_1 sono direttamente attaccate a triangolo tre batterie di condensatori Western, tarati per 500 V, ciascuna della capacità complessiva di 23 μ *F* (tale capacità poteva essere portata con l'aggiunta di altri condensatori fino a 31 μ *F*). Agli stessi morsetti si possono collegare, attraverso un interruttore, tre reostati a liquido disposti a stella. M_2 è un motore a corrente continua rigidamente accoppiato con M_1. A_1 A_2 A_3 A_4 A_5 sono amperometri di precisione parte a filo caldo, parte elettrodinamici, V_1 un voltometro da quadro a ferro dolce, V_2 un voltometro elettrodinamico di precisione, f_1, f_2 frequenziometri a vibrazione. Avviato il motore a c. c., mantenendo aperto il circuito esterno e il rotore in corto circuito, si osserva che, appena raggiunta una certa velocità, gli amperometri A_1, A_2 e il voltometro V_2 repentinamente deviano, rivelando corrente nei condensatori e quindi nelle tre fasi dello statore e tensione ai morsetti. Dal modo stesso di presentarsi del fenomeno risulta evidente come, solo dopo oltrepassato un determinato numero di giri, la macchina si ecciti e come tale eccitazione si inneschi in un brevissimo intervallo di tempo. Aumentando la velocità, tensione e corrente aumentano. Ripetendo l'esperienza, dopo variato il numero dei condensatori, la velocità a cui corrisponde l'innescamento varia; infine, se si mantiene chiuso il circuito esterno, la macchina non si eccita.

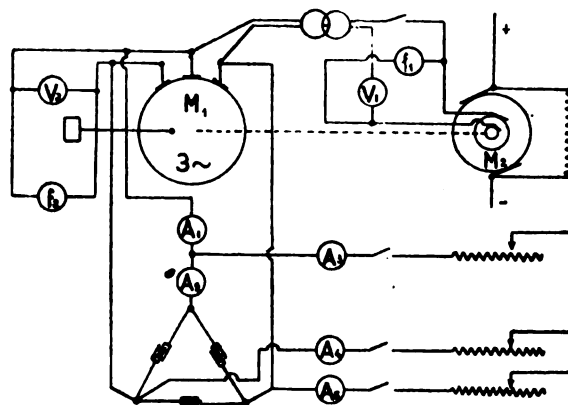



Fig. 2.

E' sembrato innanzi tutto interessante definire nelle sue linee generali il modo di innescarsi del fenomeno. Evidentemente l'autoeccitarsi della macchina è dovuto a magnetismo residuo. Supposto questo nullo, nessun fenomeno elettromagnetico può avere origine. Consideriamo per un momento il solo magnetismo residuo dello statore: per la rotazione del rotore si generano in questo delle correnti indotte le quali, a parte le armoniche, danno origine a un campo che è fisso rispetto allo statore. Essendo il rotore in corto circuito e quindi piccolissima la sua resistenza ohmica, tali correnti indotte possono praticamente ritenersi a 90° in ritardo dalle tensioni e quindi il campo risulta in opposizione rispetto a quello dovuto al magnetismo residuo e agisce nel senso di smagnetizzare lo statore. Non sembra quindi per questa via potersi spiegare l'autoeccitazione della macchina.

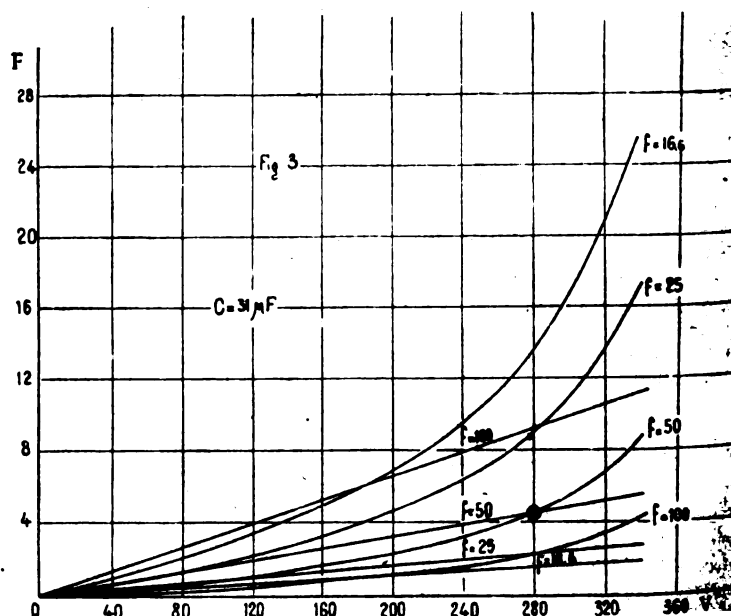



Fig. 3.

Consideriamo invece il solo magnetismo residuo del rotore. Con la rotazione di questo si generano nello statore f. e. m. indotte e quindi anche correnti nel circuito di capacità, essendo il circuito esterno aperto. Tali correnti, in forte anticipo sulle tensioni, danno origine da

(¹) Si veda ad es. L. LOMBARDI - « Generatrici asincrone e macchine convertitrici ». (*L'Elettrotecnica*, 15 Febbraio 1919, vol. VI, n. 5, pag. 86).

principio a un campo fisso rispetto al rotore e concorde con quello dovuto al magnetismo residuo. Si capisce quindi come, aumentando a mano a mano la velocità, la frequenza delle f. e. m. indotte possa o prima o poi risultare tale, che la corrente data dai condensatori sotto una certa tensione, sia superiore a quella che per la stessa tensione è richiesta a vuoto dalla macchina e quindi il fenomeno bruscamente si esalti, determinando l'autoeccitazione della macchina come generatrice asincrona.

Consideriamo infatti la curva 1 della fig. 1 riprodotta in fig. 3; e tracciamo altre curve che, come la 1, ci diano le correnti a vuoto richieste dalla macchina sotto diverse tensioni e diverse frequenze. Tali curve avranno andamento analogo alla 1, rimanendone o tutte al disopra o tutte al disotto a seconda che si tratti di frequenze minori o maggiori di 50. Tracciamo inoltre un fascio di rette uscenti dall'origine, le quali ci diano, per le stesse tensioni, le correnti di capacità assorbite dai condensatori per le diverse frequenze e circolanti in ciascuna fase dello statore. Avremo: $I = \omega \cdot C \cdot V \cdot \sqrt{3}$ essendo C la capacità inserita in ciascun lato del triangolo, ω la pulsazione. Per una data C, a mano a mano che aumenta la velocità del rotore, la retta di capacità su cui esso necessariamente si porta a funzionare, ruota intorno all'origine e verso l'alto, in modo che il suo coefficiente angolare risulti eguale a $\omega \cdot C \cdot \sqrt{3}$; la corrispondente curva di magnetizzazione si sposta, per contro, progressivamente verso il basso. Si capisce quindi come, aumentando ω, si realizzi, o prima o poi, una condizione in cui retta di capacità e curva di magnetizzazione, intersecandosi, hanno un punto in comune oltre l'origine. Tale punto, segnato in figura con un cerchietto per la frequenza 50, è il punto rappresentativo delle condizioni alle quali si porta a funzionare il generatore asincrono autoeccitandosi. Presentando poi la curva di magnetizzazione la sua convessità verso l'asse della V, è evidente che fino al punto di intersezione essa rimane tutta al disotto della retta di capacità, vale a dire che, fino a quel punto, le correnti date dai condensatori sono superiori alle correnti magnetizzanti richieste a vuoto dalla macchina. Si capisce quindi come, supposto un valore qualunque del magnetismo residuo purchè non nullo, le prime f. e. m. indotte anche se piccolissime debbano rapidamente esaltarsi e, dopo attraversata tutta una zona di instabilità più o meno ampia dovuta allo squilibrio delle correnti, la macchina debba necessariamente stabilizzarsi su quel valore di tensione che corrisponde al suddetto punto di intersezione. Questo punto varia a sua volta al variare dei valori di ω e C. Tale modo di ragionare prescinde naturalmente per ora dalle perdite a vuoto, dalle perdite nei condensatori e dal flesso che la curva di magnetizzazione presenta verso l'origine (§ 5).

Fig. 4.

4) *Rilievo e discussione delle caratteristiche.* — In base a queste previsioni teoriche preliminari e prima di procedere ad altre misure, interessava avere una conferma sperimentale sul funzionamento asincrono della macchina e quindi rilevare l'esistenza e il valore dello scorrimento.

Si è ricorso a tal fine ad uno dei soliti metodi differenziali. Essendo tetrapolari sia la macchina asincrona sia il motore a c. c., si sistemano provvisoriamente sul collettore di questo due anelli di rame e due spazzoline di carbone, costituendo un circuito di sincronizzazione fra queste e due fasi dello statore con l'inserzione di un voltometro. L'indice di tale voltometro deve naturalmente oscillare, intorno a un valore medio, con la frequenza di scorrimento. Per ottenere una conveniente ampiezza di oscillazione, si interpone un opportuno trasformatore. Avviato il rotore e, dopo innescatasi l'eccitazione, chiuso il circuito di sincronizzazione, si vede il voltometro lentamente oscillare rimanendo provato l'asincronismo della macchina.

Mediante l'inserzione dei tre reostati a liquido, si procede quindi al rilievo della caratteristica esterna e precisamente si determinano due caratteristiche, l'una mantenendo costante la velocità del motore a c. c., l'altra mantenendo costante la frequenza della corrente erogata. Le tre resistenze sono fatte variare in modo da mantenere il carico costantemente equilibrato. Il frequenziometro a vibrazione f_1 o f_2 (fig. 2) serve a regolare, o la velocità del motore a c. c., o la frequenza della corrente erogata. Col dispositivo di sincronizzazione si rilevano i valori dello scorrimento, con gli amperometri A, A_2 i valori della corrente di capacità e della corrente totale. I valori ricavati per le due caratteristiche risultarono pienamente concordi. In fig. 4 sono riportati i risultati della misura per la caratteristica a frequenza costante nel circuito di utilizzazione. E' interessante rilevare come tale caratteristica abbia andamento del tutto analogo a quello della dinamo in derivazione. Al diminuire della resistenza del circuito esterno la tensione diminuisce da prima lentamente mentre la corrente aumenta fino ad un massimo, dopo di che, al diminuire ancora della resistenza esterna, tensione e corrente rapidamente diminuiscono, l'andamento diventa instabile e la macchina si diseccita. Come si rileva dalla stessa fig. 4 fu possibile, ciò nonostante, la determinazione di alcuni punti anche nel secondo tratto della caratteristica.

Ciò che può sorprendere, in una prima osservazione superficiale, è il modo di variare dello scorrimento. Esso aumenta quasi linearmente al diminuire della resistenza esterna e, dopo raggiunto un massimo, accenna a rimanere costante. La spiegazione di tale fatto e insieme anche della caratteristica di funzionamento si può trovare mediante il noto diagramma circolare della macchina asincrona. Riferiamoci infatti alla caratteristica rilevata a frequenza costante e, per tale frequenza, pari a 50, supponiamo tracciati in fig. 5 i vari cerchi relativi a diverse tensioni fra 250 e 60 V ([2]). Per semplicità e per una prima grossolana conferma teorica, si prescinde in questi cerchi dalle perdite a vuoto e si ritengono costanti i coefficienti di dispersione del flusso. I segmenti $\overline{0 - 250}$, $\overline{0 - 225}$, $\overline{0 - 180}$ ecc. sono perciò uguali, secondo una certa scala, alle correnti magnetizzanti richieste a vuoto dalla macchina per le tensioni 250, 225, ecc., dedotte dalla prima curva della fig. 1. I diametri dei successivi cerchi sono a lor volta proporzionali, secondo un rapporto costante, alle stesse correnti. Supposto pertanto che le capacità inserite a triangolo ai morsetti della macchina siano tali, che la corrente di capacità $I_c = \omega \cdot C \cdot V \cdot \sqrt{3}$ risulti uguale alla corrente magnetizzante richiesta in ogni fase dello statore per $V = 250$ $\omega = 2 \pi \cdot 50$, il punto di funzionamento a vuoto sul cerchio 1 rappresenterà le condizioni di funzionamento a vuoto del nostro generatore asincrono, sarà cioè quel punto a cui automaticamente si porterà a funzionare la macchina autoeccitandosi, supposto naturalmente che ciò debba avvenire per un numero di giri corrispondente alla frequenza 50. Il circuito esterno sarà aperto, corrente in fase nulla, corrente in quadratura uguale alla corrente magnetizzante, uguale ancora alla corrente totale.

Chiudiamo ora il circuito esterno; il generatore asincrono dovrà erogare una componente di corrente in fase. Il nuovo punto di funzionamento non potrà evidentemente rimanere sul cerchio 1. Qualunque altro punto infatti su tale cerchio richiede una corrente in quadratura superiore a quella richiesta a vuoto, superiore cioè a quella che, per la supposta tensione e frequenza, i condensatori possono dare. Il nuovo punto di funzionamento passerà necessariamente su un altro cerchio e la tensione dovrà conseguentemente diminuire. Diminuendo la ten-

([2]) Per rendere agevole l'esame di questa figura e delle analoghe figure 6 e 7 si tracciano i cerchi nella posizione rispetto agli assi ordinariamente adottata per lo studio del funzionamento come motore. In altri termini si considera come fissa la fase della tensione e rivolta verso l'alto e le correnti si considerano come *entranti* nella macchina. Ne segue che i punti relativi al funzionamento come generatore, che è quello qui considerato, cadono nel 4° quadrante rispetto ai soliti assi cartesiani.

sione diminuirà sia la corrente di capacità fornita dai condensatori, sia la corrente in quadratura richiesta dalla macchina a vuoto, e quest'ultima più della prima per effetto della forma della curva di magnetizzazione. Supponiamo che la tensione diminuisca da 250 a 225 V; il cerchio corrispondente a $V = 225$ sia il cerchio 2 e $\overline{O - O'} > \overline{O - 225}$ sia la corrente di capacità corrispondente alla stessa tensione. Da O' tiriamo la verticale $O'B$. Sarà B l'unico punto possibile di funzionamento sul cerchio 2 e $O'B$ rappresenterà in iscala la componente in fase della corrente, cioè la corrente nel circuito esterno, supposto questo una pura resistenza ohmica. Analogamente procedendo, si potrà per punti ricavare la caratteristica di funzionamento della macchina. Ad ogni valore della resistenza esterna, e quindi anche ad ogni valore della corrente di lavoro, corrisponderà un determinato cerchio

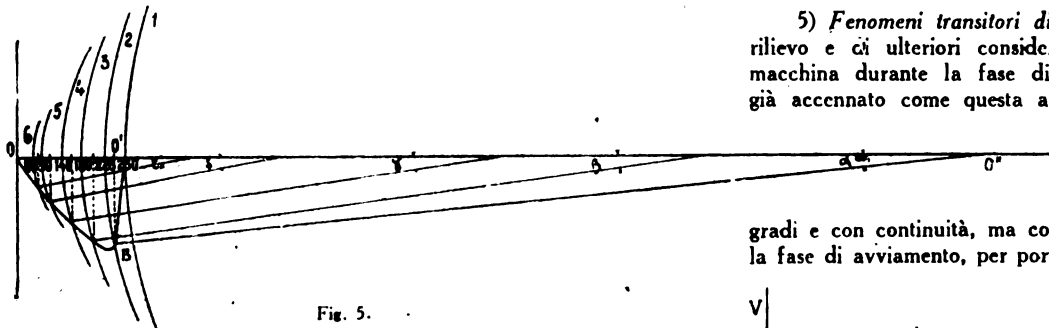



Fig. 5.

e su ognuno di tali cerchi esisterà un punto e uno solo, che rappresenterà l'unica condizione possibile di funzionamento.

Come si rileva dalla stessa fig. 5 gli angoli α, β, γ, ecc., le cui tangenti sono proporzionali allo scorrimento, vanno da prima aumentando, perchè mentre il punto O'' (estremo di destra del diametro orizzontale del cerchio) si avvicina all'origine degli assi, aumenta l'ordinata $O'B$; da ultimo invece accennano a rimanere costanti perchè, mentre diminuisce la distanza $\overline{O''O'}$, diminuisce e tende a zero anche l'ordinata $O'B$. Il luogo dei punti come B, a parte le scale e lo scambio degli assi, rappresenta evidentemente la caratteristica esterna $V = f$ (I) del complesso macchina-condensatori funzionante su carico ohmico.

Le ipotesi semplificative adottate (perdite nulle della macchina funzionante a vuoto e costanza dei coefficienti di dispersione del flusso) permettono di svolgere una trattazione analitica che conduce all'equazione della caratteristica esterna, qualora si ammetta, naturalmente, di poter esprimere con un'equazione la curva di magnetizzazione. ([3]). Tali ipotesi semplificative non rispondono evidentemente al reale funzionamento della macchina. A conferma di ciò e per una verifica sommaria dell'ordine di grandezza delle divergenze, che esse producono, si è proceduto alla determinazione sperimentale di tre cerchi di funzionamento della macchina in esame, funzionante sia come motore, sia come generatore, e corrispondenti alle tre tensioni di 250 — 200 — 150 e con frequenza 50 praticamente costante. Il risultato della misura è riportato in fig. 6. Da essa si ricava che i coefficienti di dispersione del flusso sono di 5,4, 5,3, 5,2 per cento rispettivamente per le tensioni 250, 200, 150. Essi vanno leggermente diminuendo al diminuire della tensione, ciò che era logico prevedere, in base alla stessa curva di magnetizzazione della macchina, già sperimentalmente rilevata. Da essa infatti si vede come, nei limiti delle tensioni considerate e al diminuire di queste, la permeabilità del circuito magnetico vada aumentando. In ogni modo, come si vede, le variazioni nel coefficiente di dispersione sono assai lievi.

5) *Fenomeni transitori di innescamento.* — Degno di particolare rilievo e di ulteriori considerazioni è il modo di comportarsi della macchina durante la fase di innescamento dell'autoeccitazione. Si è già accennato come questa avvenga repentinamente, quando il rotore ha raggiunto una certa velocità, che potremmo chiamare critica. La tensione ai morsetti e la corrente di capacità non crescono cioè per gradi e con continuità, ma conservano valori molto bassi durante tutta la fase di avviamento, per portarsi poi bruscamente al valore di regime.

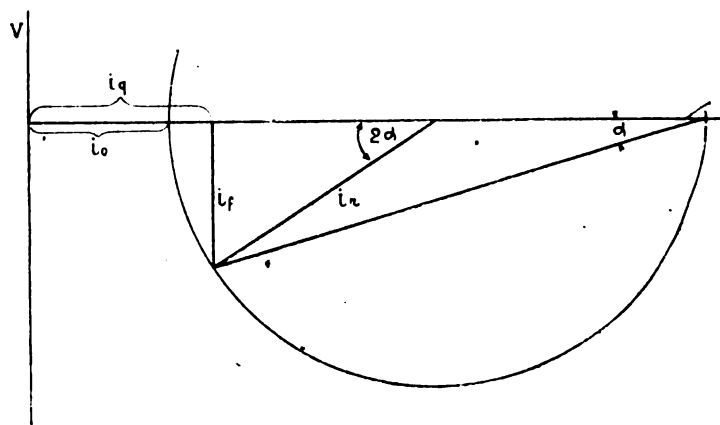



Fig. 6.

Si è osservato inoltre, nelle molte esperienze espressamente fatte, che questa velocità critica, corrispondente all'innescarsi dell'autoeccitazione, varia di volta in volta dentro limiti abbastanza estesi, pur rimanendo costante la capacità inserita ai morsetti, e per di più l'autoeccitazione

---

([3]) Indicando con i_q i_o i_f rispettivamente la corrente data dai condensatori, la corrente magnetizzante e la corrente in fase o di lavoro, con v la tensione ai morsetti, con i_r il raggio dei successivi cerchi di funzionamento e adottando per la curva di magnetizzazione la nota equazione dell'iperbole possiamo scrivere (fig. 6) le seguenti relazioni:

$$\begin{cases} i_q = G\,v \\ i_r = \varepsilon\, i_o \\ v = \dfrac{R_0}{\dfrac{1}{I_\infty} + \dfrac{1}{i_o}} \\ i_r - i_r \cos 2\alpha = i_q - i_o \\ i_f = i_r \operatorname{sen} 2\alpha \end{cases}$$

in cui G, ε, R_0, I_∞ sono delle costanti.

Eliminando i_q, i_r, i_o si ottiene:

$$\begin{cases} v = \dfrac{R_0}{\dfrac{1}{I_\infty} + \dfrac{\varepsilon \operatorname{sen} 2\alpha}{i_f}} \\ G\,v = \dfrac{i_f}{\varepsilon \operatorname{sen} 2\alpha}\left[\varepsilon\,(1 - \cos 2\alpha) + 1\right] \end{cases}$$

ed eliminando anche α:

$$G v = \frac{1}{\left(\dfrac{R_0}{v} + \dfrac{1}{I_\infty}\right)}\left[\varepsilon + 1 - \sqrt{\varepsilon^2 \cdot i_f^2 \left(\frac{R_0}{v} - \frac{1}{I_\infty}\right)^2}\right]$$

da cui, risolvendo rispetto a i_f^2, si ha:

$$i_f^2 = \frac{v^2}{(R_0 I_\infty - v)^2}\left(\varepsilon^2 I_\infty^2 - \left[G\,(R_0 I_\infty - v) - (\varepsilon + 1)\, I_\infty\right]^2\right)$$

È questa l'equazione della caratteristica del generatore asincrono eccitato mediante condensatori, quando si mantenga costante la frequenza della corrente erogata. Come si vede, la curva è di quarto ordine, simmetrica rispetto all'asse delle ordinate, ha nell'origine un punto doppio, non taglia l'asse delle ascisse in alcun altro punto, mentre taglia quello delle ordinate in corrispondenza dei valori:

$$V_1 = I_\infty\left(R_0 - \frac{2\varepsilon + 1}{G}\right)$$

$$V_2 = I_\infty\left(R_0 - \frac{1}{G}\right)$$

Naturalmente un solo quadrante della curva corrisponde al funzionamento reale della macchina come generatrice.

In base ai risultati sperimentali si possono assegnare alle costanti i seguenti valori: $I_\infty = 4{,}55$ A, $R_0 = 122\ \Omega$ $\varepsilon = 4{,}9$, $G = 0{,}0169$ mho a cui corrisponde la curva in fig. 8. Per tali valori si ha:

$V_1 = -\ 2353\ V$
$V_2 = +\ 286\ V$.

Soltanto V_2 risponde evidentemente a una condizione di reale funzionamento; esso risulta alquanto superiore al valore sperimentale come era da prevedersi, date le ipotesi semplificative fatte.

Eliminando dall'ultimo sistema di due equazioni i_f in luogo di α si ottiene ancora:

$$\operatorname{sen}^2 \alpha = \frac{1}{2\varepsilon}\left(G R_0 - 1 - \frac{G v}{I_\infty}\right)$$

e al limite per $v = 0$

$$\operatorname{sen}^2 \alpha = \frac{1}{2\varepsilon}\left(G R_0 - 1\right).$$

Si vede quindi come, in perfetto accordo con i risultati di esperienza, $\operatorname{sen}^2 \alpha$ e quindi tang α e quindi ancora lo scorrimento, tendano a valori finiti al tendere di v a 0, vale a dire quando il generatore asincrono, al diminuire della resistenza del circuito esterno, si diseccita progressivamente. Con i valori numerici sopra riportati il limite a cui tende sen α risulta uguale a 0,329, ossia $\alpha = 19°$.

stessa viene talvolta a mancare. E' necessario allora magnetizzare in precedenza la macchina da fermo, mandando temporaneamente corrente continua nello statore o nel rotore. Per l'esatta spiegazione di ciò, non è sufficiente quanto è già stato esposto nel § 3, ma è necessario anche considerare il flesso della curva di magnetizzazione e tener conto, nel tracciare le curve della fig. 3, del magnetismo residuo della macchina. Sono evidentemente i diversi valori che questo può avere, che influiscono sulla velocità a cui si innesca l'autoeccitazione; il fatto poi che debbano anche esistere dei valori di esso, al disotto dei quali l'eccitazione della macchina non è più possibile nei limiti di velocità e quindi di frequenza, che possono essere raggiunti, trova spiegazione nel flesso della curva di magnetizzazione.

Supponiamo infatti tracciate in fig. 9 tre diverse curve di magnetizzazione, corrispondenti ad una frequenza qualsiasi, per esempio 50, tenendo conto del magnetismo residuo e attribuendo ad esso tre diversi valori. Siano queste le curve 1, 2, 3. Esse si differenziano sensibilmente l'una dall'altra solo nel primo tratto e vanno poi praticamente a coincidere in un'unica curva, la curva 1 della fig. 1. Saranno OA, OB, OC le tre tensioni, corrispondenti a valori nulli della corrente magnetizzante e ai tre supposti valori del magnetismo residuo. Sia OD la retta di capacità relativa alla stessa frequenza 50 e a un dato valore delle capacità inserite. Sempre in base all'ipotesi che, chi decide l'autoeccitarsi della macchina, sia il magnetismo residuo del rotore e supposto che questo abbia il valore corrispondente alla curva I, quando la macchina avrà raggiunto la velocità corrispondente alla frequenza 50 sarà OA la tensione, che essa fornirebbe ai morsetti, se non vi fossero i condensatori. Ma, inserendo questi ultimi, essi daranno la corrente AE, la quale porterà la tensione al valore $O'A'$; per questo nuovo valore, i condensatori daranno a loro volta la corrente $A'E'$ e così via. Si capisce come la macchina dovrà stabilizzarsi nel punto F, in cui si avrà uguaglianza fra le correnti date dai condensatori e le correnti magnetizzanti richieste a vuoto. Il punto F non potrà essere oltrepassato; sarà un punto di funzionamento stabile e ad esso corrisponderà la tensione OA''. La vera autoeccitazione della macchina verrà pertanto a mancare. Ciò non toglie però che, anche in questa prima zona, debba effettivamente esistere tutta un'altra caratteristica di funzionamento del generatore asincrono, analoga a quella già determinata.

Supponiamo ora invece che il magnetismo residuo abbia valori tali, per cui la relativa curva di magnetizzazione sia la curva 2 o la 3. E' evidente che, per la frequenza 50, retta di capacità e curva di magnetizzazione non avranno che un punto in comune oltre l'origine e fino a questo punto la prima sarà tutta superiore alla seconda; la tensione si esalterà bruscamente e si stabilizzerà ad un valore molto più elevato.

Considerando la fase di avviamento, a mano a mano che la velocità aumenta e, per conseguenza, la retta di capacità ruota verso l'alto mentre la curva di magnetizzazione si sposta in basso, si ha che la retta di capacità deve necessariamente passare per una serie di posizioni, in cui interseca la curva di magnetizzazione in tre punti. I due estremi rappresentano condizioni di funzionamento stabile, ma soltanto uno dei due e precisamente quello in prossimità dell'origine degli assi, corrisponde a un reale punto di funzionamento, per il quale la macchina deve passare, prima di autoeccitarsi. Coll'aumentare della velocità, i due punti d'incontro, che capitano nella zona del flesso, vanno avvicinandosi sempre più fino a coincidere. La retta di capacità ha allora un punto di tangenza colla curva di magnetizzazione e la corrispondente velocità è quella che abbiamo chiamato « velocità critica ». Oltrepassata questa, retta di capacità e curva di magnetizzazione non avranno che un punto in comune, il quale capiterà verso il cosidetto ginocchio e rappresenterà la nuova unica condizione di funzionamento stabile. Si capisce quindi come, appena oltrepassata la velocità critica, la tensione debba aumentare rapidamente in un brevissimo intervallo di tempo. Ne risulta altresì che, per valori sufficientemente grandi della capacità e per una velocità prestabilita, l'innescarsi dell'autoeccitazione si avrà sempre, anche per valori piccolissimi purchè non nulli del magnetismo residuo; ciò sarà quando $\omega \cdot C \cdot \sqrt{3}$ risulterà maggiore del coefficiente angolare della tangente al primo tratto della curva di magnetizzazione.

Queste considerazioni spiegano anche la non reversibilità del fenomeno durante il rallentamento, perchè in questo caso nelle posizioni della retta di capacità, che danno 3 punti di intersezione, il funzionamento corrisponde a quello più a destra, cioè a quello che dà la maggiore tensione.

Anche per tali modalità di innescamento dell'autoeccitazione, si procede ad una verifica sperimentale. Si avvia la macchina con la

Fig. 7.

capacità di 23 μF inserita in ciascun lato del triangolo e con un voltometro di grande sensibilità, si rilevano le tensioni ai morsetti, misurando contemporaneamente il numero dei giri

$C = 23 \mu F$

N° di giri	Tensioni
600	1,00 V
720	1,40 »
1100	2,75 »
1250	5,20 »
1340	8,00 »
1400	15,00 »
1450	15,50 »

Tali tensioni evidentemente corrispondono a quel particolare valore di magnetismo residuo, che la macchina aveva all'inizio e ai successivi punti di intersezione (analoghi al punto F della fig. 9) della

Fig. 8.

retta di capacità con la curva di magnetizzazione, nella zona a sinistra del punto di flesso. Alla velocità di 1450 giri la macchina *non* si è eccitata.

Tolto il circuito di capacità si ripete la misura rilevando così le tensioni, dovute al solo magnetismo residuo:

$C = O$

N° di giri	Tensioni
580	0,8 V
800	1,15 »
1150	1,54 »
1330	1,86 »
1400	2,00 »

Si inserisce di nuovo il circuito di capacità portando questa, con l'aggiunta di condensatori, a 31 μF per lato

$C = 31 \mu F$

N° di giri	Tensioni
650	0,80 V
920	1,50 »
1120	2,75 »
1200	3,62 »
1250	10,50 »
1320	Si eccita

Le tensioni, a pari numero di giri, risultano questa volta superiori a quelle precedentemente rilevate e ciò in conformità di quanto era previsto perchè, a pari frequenza, è aumentato il coefficiente angolare della retta di capacità e il punto d'incontro con le successive curve di magnetizzazione viene a capitare più lontano dall'origine degli assi. A 1320 giri la macchina si è eccitata. Si stacca nuovamente il circuito di capacità e si ripete la misura

$C = O$

N° di giri	Tensioni
1040	2,1 V
1410	3,02 »

Il magnetismo residuo della macchina risulta in questo caso aumentato. Si rimette il circuito di capacità, portando di nuovo questa a 23 μF per lato

$C = 23 \mu F$

N° di giri	Tensioni
630	1,55 V
810	2,20 »
1040	3,20 »
1100	4,60 »
1200	5,50 »
1250	8,80 »
1390	18,00 »
1410	Si eccita

A 1410 giri la macchina si è questa volta eccitata, a malgrado del più piccolo valore delle capacità inserite, per il quale valore, durante la prima serie, non si era eccitata neppure a 1450 giri. Ora l'eccitazione è avvenuta grazie al più intenso magnetismo residuo, che dava infatti a 1400 giri e a vuoto 3,02 V anzichè 2 V. Tali risultati confermano quindi pienamente le ipotesi fatte.

6) *Curve di tensione*. — Interessava da ultimo verificare la curva di tensione del generatore asincrono eccitato mediante condensatori. E' evidente come, in tal caso, si possa realmente parlare di curva di tensione della macchina, non essendovi in circuito alcun altro generatore, che produca per conto proprio una diversa curva di tensione. Si ricorre pertanto alla prova oscillografica. Da questa è risultato essere la curva di tensione, per la macchina esaminata, una sinusoide sufficientemente perfetta, ciò che era prevedibile, data l'uni-

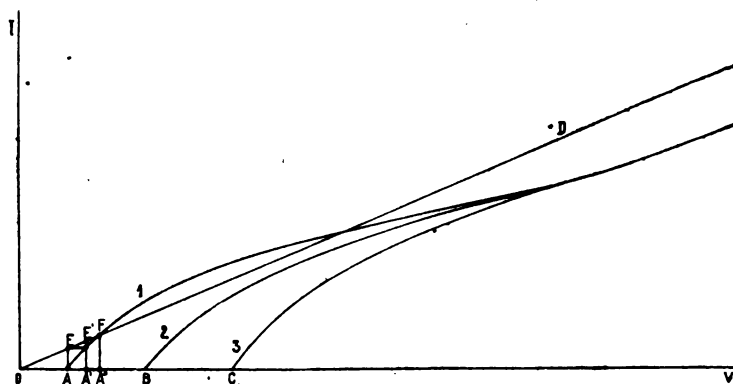



Fig. 9.

forme distribuzione dei due avvolgimenti statorico e rotorico. Si è notato però, nella curva stessa, un leggero e periodico ondeggiamento in prossimità dell'ordinata massima. Tale ondeggiamento è dovuto alle diverse posizioni relative del rotore rispetto al campo rotante statorico, dovute, a loro volta, allo slittamento della macchina. La frequenza di quell'ondeggiamento è risultata variare al variare del carico e quindi dello scorrimento. La curva di tensione assume pertanto un'aspetto caratteristico, che la differenzia nettamente dalle curve di tensione delle macchine sincrone. In queste, come è noto, oltre alla frequenza fondamentale sono sempre presenti delle armoniche più o meno accentuate, le quali hanno però una frequenza, che sta in un rapporto costante con la frequenza fondamentale e ciò per lo stesso funziona-

mento sincrono della macchina. Nel caso invece del generatore asincrono, il continuo ondeggiamento della curva di tensione, per cui sembra che l'ordinata massima oscilli intorno a un punto medio, è da ritenersi dovuto alla presenza di un'armonica la cui frequenza non è multiplo esatto e costante della fondamentale. Questa armonica è da attribuirsi alla distribuzione del campo di reazione rotorico e però la sua frequenza varia con lo slittamento e cresce con esso.

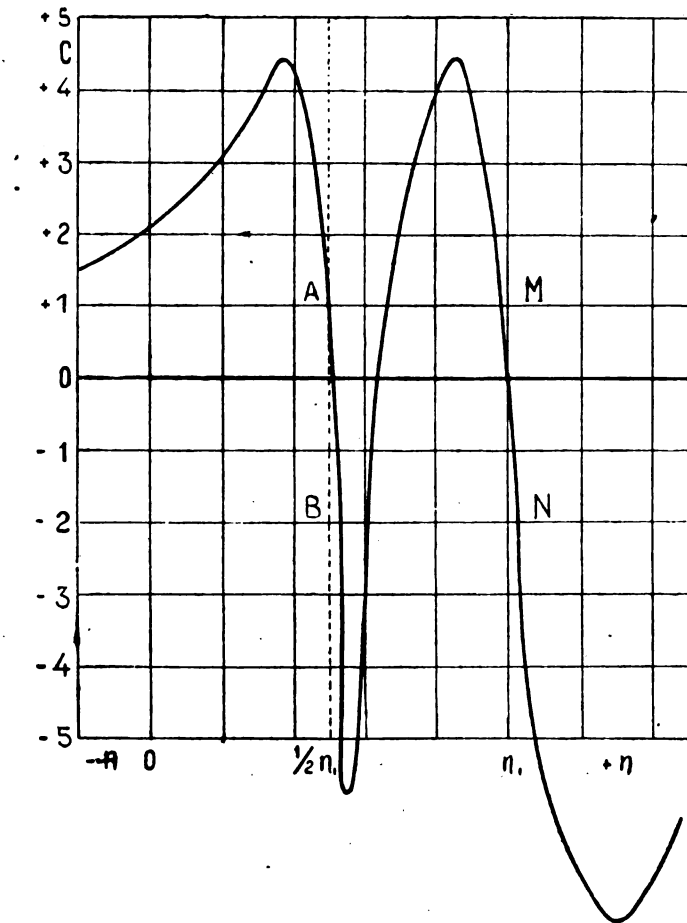



Fig. 10.

Nel caso particolare della macchina considerata, è specialmente sensibile un'armonica, che sarebbe la 5ª al sincronismo, ma che varia invece di ordine da 5,3 a 5,4, 5,5 ecc., al crescere dello slittamento (negativo).

7) *Conclusioni.* — Riassumendo, nel presente studio si è esaminato il funzionamento del generatore polifase a induzione eccitato mediante condensatori, se ne sono studiate teoricamente e sperimentalmente le caratteristiche, si sono discusse in particolare le condizioni di innescamento in rapporto con l'intensità del magnetismo residuo del rotore, con la velocità di rotazione e con la capacità derivata; si è illustrata la stabilità delle singole condizioni di régime e si è infine esaminata la forma della curva di f. e. m. prodotta dal generatore, accennando alle armoniche « asincrone » che esso presenta [4].

Il presente studio è stato eseguito nell'Istituto Elettrotecnico e Radiotelegrafico della R. Marina per incarico e sotto la guida del Direttore di esso, Prof. Ing. G. Vallauri, al quale l'autore rivolge i più vivi ringraziamenti per la larghezza con cui mise a disposizione i mezzi dell'Istituto e per l'interesse dimostrato durante lo svolgimento del lavoro.

[4] Se si tiene presente che la macchina polifase a induzione può funzionare, sia come motore, sia come generatore, in prossimità del mezzo sincronismo, purchè l'avvolgimento rotorico sia ridotto a monofase, si vede come il generatore a induzione eccitato mediante condensatori possa funzionare anche, in certo modo, come duplicatore di frequenza, generando cioè correnti di frequenza all'incirca doppia di quella che corrisponde alla velocità di rotazione del rotore. Questa particolare applicazione potrebbe eventualmente riuscire non priva di interesse per la radiotelegrafia. Su di essa non si è potuto per ora esperimentare, perchè, in tali condizioni di funzionamento, la macchina di prova ha bisogno di un'eccessiva corrente magnetizzante e le batterie di condensatori disponibili non erano sufficienti per fornirla. Non è difficile, sulla base della caratteristica meccanica della macchina polifase a induzione con rotore monofase, studiare le manovre da eseguirsi per stabilizzare il funzionamento del generatore nel tratto *A B* anzichè nel tratto *M N* (fig. 10). (Vedi *L'Elettrotecnica*, 15 gennaio 1919, N. 2, vol. VI, pag. 22 e Pubblicazione N. 4 dell'Istituto E. e R. T. della R. Marina).

SISTEMA DI ALIMENTAZIONE DELLE LINEE DI TRAZIONE ELETTRICA A CORRENTE CONTINUA □ □ □ □ □ □ □ □

Ing. ENRICO SORELLI

1. – L'alimentazione delle linee di trazione.

Il problema dell'alimentazione non ha mai trovato speciale attenzione in trazione elettrica. La determinazione della potenza ed ubicazione dei centri di alimentazione è sempre stata fatta in maniera alquanto vaga ed empirica. In generale può affermarsi che quasi tutte le sottostazioni lavorano con fattore di carico molto basso e si può aggiungere che le linee di trazione subiscono delle variazioni oltremodo soverchie nella tensione al punto di presa, la qual cosa se può tollerarsi per le non mai abbastanza apprezzate doti del motore a corrente continua, priva tuttavia tali impianti di quella caratteristica di perfezione tecnica che invece si riscontra in tutte le altre appplicazioni dell'elettricità.

Per le normali reti tramviarie, supposta una tensione di esercizio di 1200 Volt, coi sistemi di alimentazione in uso ed a norma di risultati pratici si ammette una massima distanza delle sottostazioni di Km 30; per le ferrovie a doppio binario, tensione di esercizio 3000 Volt può accettarsi la distanza di 40 Km. — Difficile è lo stabilire in via generale nel preventivo di costruzione di una linea a trazione elettrica la quota di spesa chilometrica dovuta alle sottostazioni. Ad esempio in una vasta rete tramviaria irradiante da un centro potrà essere realizzata una notevole economia di sottostazioni mentre al contrario un piccolo sistema di linee sarà molto gravato dal costo delle sottostazioni di conversione.

In ogni caso è difficile che esistano tronchi di linea di lunghezza inferiore ai 15 Km., quindi col metodo di alimentazione in uso occorrerà pur sempre una sottostazione di estremità, il che autorizza ad accettare come dato di massima quello sopraesposto.

Il servizio trazione per i suoi particolari caratteri di variabilità e spostamento dei carichi rende difficile una valutazione esatta del fenomeno della alimentazione, è tuttavia possibile un'analisi rigorosa assimilando le linee di contatto col loro sistema di feeder alle reti di distribuzione; con tale metodo di calcolo è stato sviluppato lo studio del processo di alimentazione a parte descritto.

Come noto, nel sistema a corrente continua, la differenza di tensione che si verifica nei diversi punti della linea deriva dalla semplice caduta ohmica sui conduttori, ammettendosi alle sbarre delle centrali una tensione costante ed indipendente dai carichi.

E' chiaro pertanto che i treni in moto si influenzano a vicenda creando stati di equilibrio continuamente alterati dallo spostamento e variabilità dei carichi.

Nel progetto degli impianti di trazione si calcola di consueto la sezione dei conduttori, i feeders e la posizione delle sottostazioni in modo che supposta la più sfavorevole costellazione di treni non si abbiano cadute di tensione superiori ad una determinata percentuale della tensione di esercizio.

Senza entrare in un calcolo dimostrativo riesce tosto evidente come tale procedimento conferisca all'impianto la caratteristica di una certa esuberanza di mezzi; infatti tutto il sistema di alimentazione viene ad essere predisposto in relazione a carichi istantanei o di breve durata. Di qui il basso fattore di carico delle sottostazioni.

Si comprende del resto come la tecnica della trazione elettrica abbia sinora in certo qual modo lasciato in seconda linea il problema

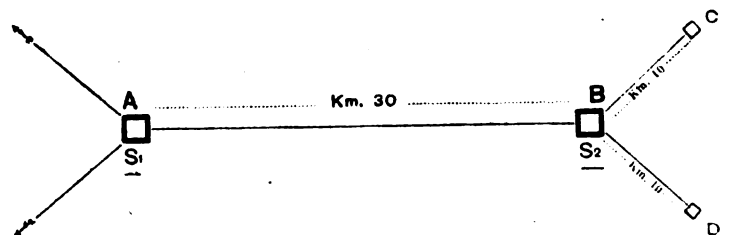



Fig. 1.

dell'alimentazione; diverse erano le condizioni economiche prima della guerra ed altri più gravi problemi si dovevano affrontare per lo sviluppo della trazione elettrica; per le fonti di energia si reputava necessaria una certa larghezza di mezzi e la molteplicità dei centri di alimentazione appariva un provvedimento utilissimo alla sicurezza dell'esercizio.

Oggi portati ad un elevato grado di perfezionamento motori, equipaggiamenti e tutto ciò che si riferisce al materiale di trazione e data la prevalenza del problema economico si palesa chiara l'imperfezione organica del sistema di alimentazione generalmente in uso.

Per dimostrare il basso rendimento di una sottostazione di conversione ed il suo enorme peso finanziario nella gestione di una azienda tramviaria si riporta in appresso un'analisi di esercizio, basata su dati pratici, fissando un caso ipotetico che risponde alla normale potenzialità delle nostre tramvie.

I dati sotto riportati si riferiscono alla sottostazione *S* che si suppone così equipaggiata:

N. 2 Gruppi di conversione Volt 1200 kW 200
» 1 Batteria di repulsione di 148 Amperore
» 2 Gruppi di eccitazione
» 1 Gruppo surdevoltore.

— Movimento sul tronco *A-B B-C B-D*, Coppie treni N. 8.
— Peso normale treni Tonn. 40.
— Energia erogata annualmente dalla sottostazione kWh 450.000.
— Fattore di carico supposto come lavoro max. quello di una unità per 16 ore al giorno 0.38.

— Costo personale di sorveglianza	L. 42 000
— » manutenzione batterie	» 13 000
— » » macchine e varie	» 5 000
Totale	L. 60.000

Costo esercizio sottostazione per kWh erogato L. 0,13.

A tutto ciò va aggiunto l'interesse e l'ammortamento del capitale d'impianto nonchè il maggior costo energia dovuto alle perdite per trasporto, trasformazione e conversione, tenuto calcolo che i kWh sopra riportati rappresentano l'energia erogata dalle sbarre c. c.

Dati gli attuali prezzi delle macchine e dei fabbricati non è esagerato affermare che nel caso sopraesposto il prezzo d'origine del kWh dovrebbe subire l'aumento di L. 0.25 ÷ 0.30.

2. - Costo delle elettrificazioni tramviarie.

Allo stato attuale della tecnica e dell'industria elettromeccanica si ritiene che la tensione di esercizio di 1200 ÷ 1400 Volt sia da preferirsi nella elettrificazione delle tramvie.

Sperimentata su vasta scala si può affermare che questa tensione abbia ormai a propria disposizione motori perfetti sotto ogni rapporto ed equipaggiamenti semplicissimi e di sicuro esercizio.

L'impiego di più alte tensioni renderebbe necessari studi e prove e la loro applicazione dovrebbe essere alquanto ritardata per dar modo all'industria di impostare con sicurezza i nuovi tipi di materiale, e tutto ciò in aperto contrasto con l'urgenza della trasformazione delle tramvie a vapore.

Sebbene non si possa oggi affermare quale sia la tensione più vantaggiosa è però certo che gli equipaggiamenti a tensioni oltre i 2000 Volt esigono complicazioni non trascurabili che male si adattano alle esigenze tecnico-economiche dei servizi tramviari.

Il sistema ideato dall'autore di queste note rende del resto quasi superfluo l'impiego di tensioni superiori ai 1200 ÷ 1400 Volt o per lo meno non giustifica le maggiori spese sul materiale mobile che tali tensioni esigono; infatti per le normali reti tramviarie sarebbe necessaria una sola sottostazione centrale e la maggior spesa sul rame per installazione feeder appare ad ogni modo preferibile a quella per equipaggiamenti, inquantochè la prima costituisce un capitale che non esige quote di manutenzione ed ammortamento.

Per seguire l'indirizzo della più rigida economia di impianto oltre l'applicazione del sistema di alimentazione in parola con l'impiego della tensione di 1200 ÷ 1400 Volt si manifesta opportuno per ora l'abbandono delle automotrici. Queste unità di trazione assorbono circa una metà del loro valore totale nella parte cassa ed il loro adattamento a scomparti di 1ª classe esige una costruzione piuttosto esuberante e costosi adattamenti degli apparecchi di controllo e manovra.

Nella fase iniziale della trasformazione delle tramvie vapore si dovrebbe ammettere una esigua integrazione del parco veicoli rimorchiati; per i locomotori elettrici, costruiti di peso quasi eguale alle locomotive attualmente in servizio, si ritiene sufficiente una dotazione di una unità ogni 5 ÷ 6 chilometri.

Locomotori a due assi del peso aderente di Tonnellate 18 ÷ 20 sono largamente sufficienti alla trazione dei normali treni tramviari sia merci che viaggiatori.

In un successivo sviluppo della trazione elettrica quando a tempi mutati il servizio rendesse opportuno l'acquisto di automotrici i locomotori servirebbero esclusivamente per la trazione dei merci.

Contenendo nel limite minimo la spesa per le sottostazioni e per il materiale mobile si è agito sui due capitoli spesa prevalenti nelle elettrificazioni tramviarie; l'attrezzamento della linea aerea ha pure grande importanza economica ma non tale da spostare grandemente il problema. Anche qui è possibile una notevolissima economia d'impianto quando si seguano alcune speciali direttive di costruzione.

Con tale indirizzo ed in base a consuntivi di impianti eseguiti nel corso del 1920 si ottengono i seguenti dati di massima per le elettrificazioni tramviarie.

Prezzi base.

Rame elettrolitico	L. 10,00 al cg.
Bronzo fosforoso	» 15,00 »
Ferri profilati	» 2,00 »
Pali legno	» 300,00 al mc.

Per una linea tramviaria.

Lunghezza complessiva Km. 30 ÷ 40 - Peso normale treni, Tonn. 40 - Traffico annuo treni-Km. 250 mila.

Costo chilometrico elettrificazione L. 110 ÷ 120 mila.

(Sottostazione - Linea aerea - Connessioni binario - Materiale mobile).

Per una rete tramviaria.

Sviluppo complessivo Km. 100 - Peso normale treni, Tonn. 45 ÷ 50 - Linee di sbalzo, Km. 35 ÷ 40 - Traffico annuo treni-Km. 750 mila.

Costo chilometrico elettrificazione L. 100 ÷ 110 mila.

(Sottostazione - Linea aerea - Connessioni binario - Materiale mobile).

Naturalmente maggiore sarà lo sviluppo della rete e minore risulterà il costo del Km. ammettendosi una sola sottostazione centrale.

I dati di massima sopra riportati, che naturalmente hanno valore di semplice indicazione, non considerano la voce armamento.

Ogni tramvia vapore ha esigenze speciali di riordino del proprio binario, è perciò impossibile esporre dati di costo in tale materia. — Indubbiamente nel caso fosse necessario il cambio delle rotaie verrebbe ad essere sostanzialmente alterata la questione finanziaria dato il prezzo del ferro.

Si può tuttavia supporre che la maggior parte delle tramvie *in una prima fase di trasformazione*, possono mantenere l'antico armamento salvo una generale sistemazione.

3. - L'alimentazione delle linee di trazione col sistema Sorelli.

Il sistema di alimentazione studiato e brevettato dall'Autore ha per scopo fondamentale la limitazione delle sottostazioni convertitrici e la centralizzazione della distribuzione dell'energia, quindi precipuamente uno scopo di economia d'impianto e di esercizio; nei rapporti tecnici dell'alimentazione riesce ad ottenere un miglioramento sensibile sui sistemi in uso poichè tende ad equilibrare su tutta la linea la tensione di esercizio ed a mantenere le cadute, per normali assorbimenti di corrente, entro limiti affatto trascurabili.

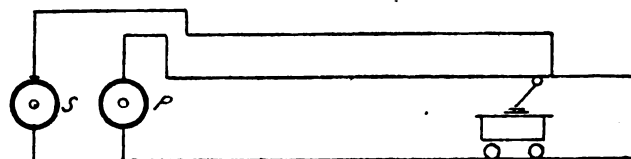



Fig. 2.

Consiste essenzialmente tale sistema in una doppia alimentazione a diversa tensione. Ogni linea (fig. 2) è munita di un feeder che si congiunge al filo di contatto, a distanza da determinarsi, in prossimità del capo-linea; il conduttore di contatto attinge corrente da una dinamo che lavora a *tensione costante* uguale alla normale di esercizio, il feeder è alimentato da un'altra dinamo dello stesso tipo pure a *tensione costante* ma superiore alla prima. L'incremento di tensione viene stabilito, come appresso indicato, dalle condizioni di esercizio della linea nonchè dai valori prefissati delle massime cadute di tensione tollerabili.

I diagrammi delle fig. 3 e 4 illustrano sommariamente il sistema in parola.

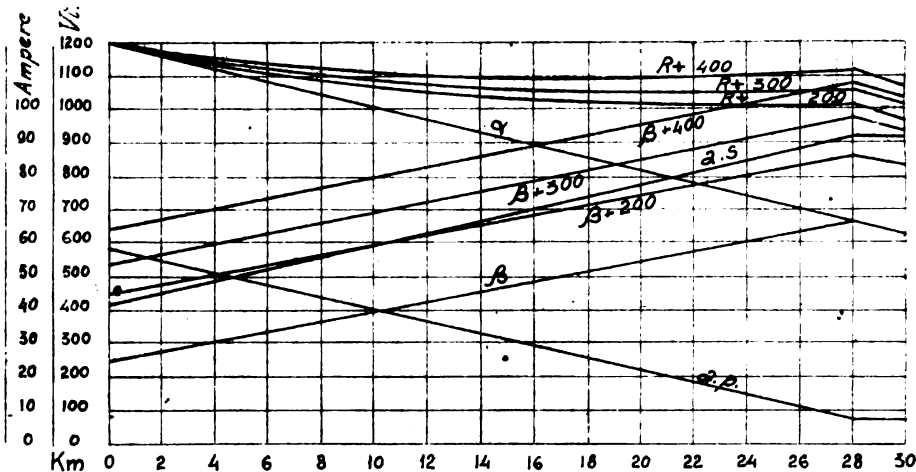
Si sono supposte a titolo di esempio una linea tramviaria ed una ferroviaria.

Caratteristiche della linea tramviaria.

Lunghezza	Km.	30
Tensione normale di esercizio	Volt	1200
Rame di contatto sezione	mmq.	100
Feeder sezione	»	100
Attacco feeder al filo di contatto, progr.	Km.	28
Assorbimento costante del treno	Amp.	100

Caratteristiche della linea ferroviaria.

Doppio binario – lunghezza	Km.	50
Tensione normale di esercizio	Volt	4000
Rame di contatto sezione totale doppia linea	mmq.	200
Feeder sezione totale	»	200
Attacco feeder al filo di contatto, progr.	Km.	45
Assorbimento costante del treno	Amp.	400

In ognuno dei diagrammi la retta (α) rappresenta la tensione al punto di attingimento della corrente da parte del treno con la semplice alimentazione dalla dinamo primaria, la retta (β) la tensione in linea con l'alimentazione dalla sola dinamo secondaria supposta funzionante essa pure alla tensione di 1200 Volt.

Le rette (β + 200) (β + 300) (β + 400) e rispettivamente le (β + 600) (β + 800) (β + 1000) rappresentano le tensioni in linea con l'alimentazione dalla sola dinamo secondaria rispettivamente survoltata di 200, 300 e 400 Volt rispetto alla tensione di esercizio per la linea tramviaria e di 600, 800 e 1000 Volt per la ferroviaria.

Le curve (*R* + 200) (*R* + 300) (*R* + 400) e le (*R* + 600) (*R* + 800) e (*R* + 1000) rappresentano le reali tensioni al punto di attingimento della corrente da parte del treno con la doppia alimentazione nei tre casi di survoltaggio.

Fig 3.

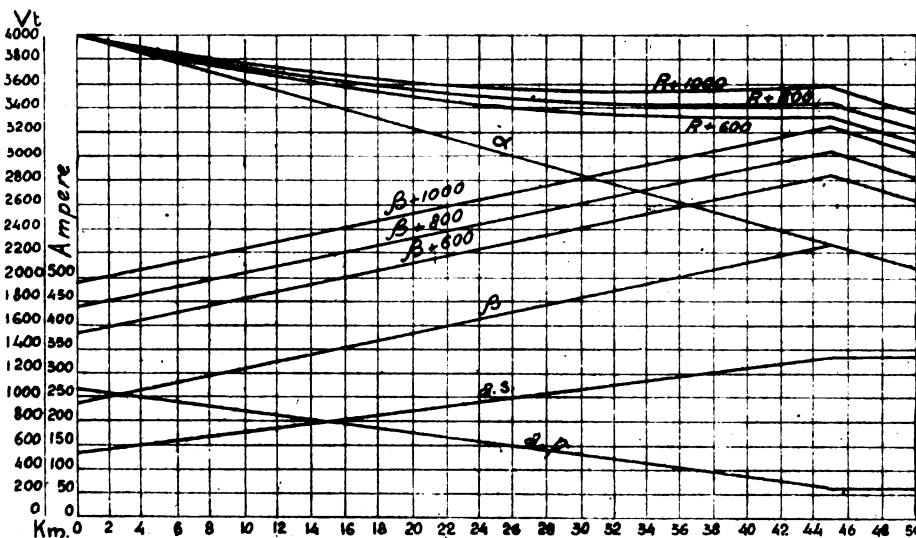



Fig. 4.

Tali curve vennero ottenute per punti applicando il metodo di calcolo usato per le reti di distribuzione.

Le due rette *as.* e *ap.* rappresentano la corrente erogata da ogni dinamo nel caso del massimo survoltaggio preso in considerazione.

La simultanea presenza di più treni sulla linea e la variabile richiesta di corrente non modificano il fenomeno: la distribuzione delle intensità e le cadute di tensione in linea seguono sostanzialmente la legge rappresentata nei diagrammi sopra illustrati.

Come rilevasi dai grafici il processo ottiene una specie di equilibrazione automatica della tensione in linea; la massima caduta non si verifica all'estremità ma bensì in posizione intermedia determinata dal survoltaggio adottato.

Tale circostanza permette l'attacco del feeder al filo di presa a certa distanza da capo-linea.

*

Un solo gruppo generatore costituito da una dinamo principale ed una secondaria può alimentare una intera rete con qualunque numero di linee irradianti dalla centrale, la quantità delle linee alimentate influirà soltanto sulla determinazione della potenza da installarsi.

L'alimentazione di più linee di diversa lunghezza e diversa potenzialità potrà essere eseguita a pari condizioni: converrà soltanto dimensionare opportunamente il feeder di ciascuna linea e stabilire la conveniente distanza del punto di attacco del feeder alla linea di trolley.

Degli elementi principali determinanti il tipo d'impianto la sovratensione sui feeder è fissa, costante ed uguale per ogni linea, le dimensioni dei feeder ed il punto di collegamento restano gli elementi variabili che consentono di ottenere l'equilibrazione della rete.

La determinazione degli elementi dell'impianto cioè:

a) *Tensione che devono raggiungere le sbarre omnibus feeder*
b) *Dimensioni dei feeder*
c) *Punti di allacciamento dei feeder alle rispettive linee di contatto*

può farsi per via analitica o grafica avendo per caposaldo la convenienza economica della costruzione e dell'esercizio.

Avranno quindi relazione a tale analisi il prezzo del rame, la perdita di energia, il costo del kWh, il tipo di esercizio ed infine le massime cadute di tensione tollerabili.

*

Difficile è lo stabilire a priori lo sbalzo massimo consentito alle linee alimentate col sistema che si viene illustrando poichè la sovratensione da adottarsi in ogni linea o in ogni rete verrà determinata dalle sue speciali esigenze sempre in rapporto alle condizioni economiche d'impianto e di esercizio.

In via approssimativa si può tuttavia ammettere *per le linee tramviarie a tensione* 1200 *Volt una portata massima delle sottostazioni di Km.* 35 *e per le ferroviarie a* 4000 *Volt di Km.* 50; perciò per le linee

oltrepassanti in lunghezza la sopraccennata portata basterà dislocare le sottostazioni rispettivamente a distanza di Km. 70 e Km. 100.

Naturalmente la portata è diretta funzione della tensione normale di esercizio, così ad esempio per tramvie a 1800 Volt l'alimentazione centrale col sistema in parola potrà estendersi sino a Km. 60 ÷ 65.

La fig. 5 rappresenta lo schema semplificato di una centrale equipaggiata per l'alimentazione col sistema « Ing. Sorelli ». — Si hanno

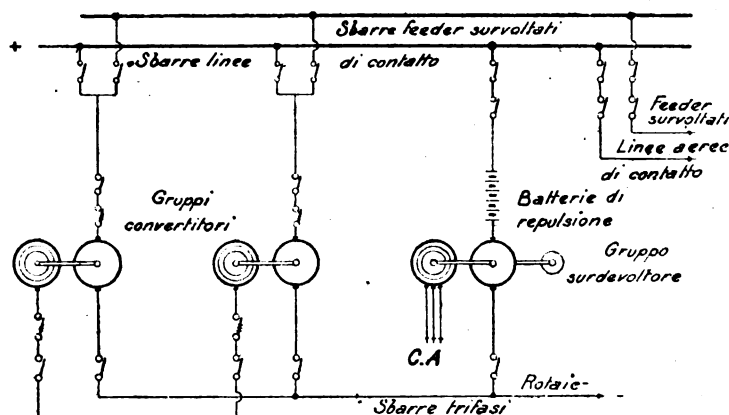



Fig. 5.

due serie di sbarre omnibus, quelle alla tensione di esercizio per le linee di contatto e quelle survoltate per i feeder.

La sottostazione può essere munita di batterie di repulsione inserite sulle sbarre principali o su quelle secondarie, ad ogni modo gli attuali sistemi di regolazione automatica con gruppi surdevoltori non devono subire la benchè minima modificazione non essendo affatto influenzati dalla doppia alimentazione.

E' però da tenersi presente che il sistema proposto per il fatto di ammettere due distinte fonti di energia offre una notevole elasticità in maniera che per molti casi può ritenersi superflua la batteria di repulsione.

✶

Passando ad esaminare le conseguenze della alimentazione con due diverse tensioni conviene mettere in evidenza i fenomeni che potranno aver luogo sul circuito di trazione quando non si avrà richiesta di corrente sulla linea.

Quando una linea alimentata col sistema in parola rimane completamente scarica circolerà dalle sbarre feeder alle sbarre linee di contatto, cioè lungo il feeder della linea considerata e conduttore di presa, una corrente di ritorno il cui valore è funzione del survoltaggio della dinamo secondaria rispetto a quella principale e della resistenza ohmica del feeder e conduttore di contatto.

Oltre a ciò al punto di contatto dell'organo di presa della corrente si verificheranno delle sovratensioni rispetto a quella normale di alimentazione, sovratensioni che da valore zero all'origine della linea giungeranno al valore massimo al punto dove il feeder si collega alla linea di contatto.

Per quanto si riferisce alla corrente di ritorno si devono considerare diversi casi.

Se il gruppo delle due dinamo alimenta più linee la corrente di ritorno giunta alle sbarre omnibus principali andrà ad alimentare le linee di contatto sotto carico; se si tratta invece di una sola linea o nel caso che le sbarre omnibus principali di una rete siano completamente scariche, la corrente di ritorno farà scattare l'interruttore a minima della dinamo principale a meno che questa corrente di ritorno non venga assorbita in centrale.

Servirà a tale scopo la batteria di accumulatori se esiste, infatti a linee scariche la batteria per mezzo dei gruppi di regolazione viene ad essere devoltata e perciò in condizione da richiedere corrente per la carica. Lo scatto dell'interruttore a minima che avviene nel caso di mancanza della batteria ad ogni interruzione di carico su tutta la rete, non può considerarsi un inconveniente degno di speciale rilievo trattandosi di rottura di circuito a zero; la chiusura di questo interruttore potrà essere compiuta in modo molto semplice con un relais inserito sulle sbarre omnibus negative.

Riguardo alle sovratensioni che possono verificarsi, come dianzi accennato, a linea scarica è da notarsi anzitutto che nel supposto caso di assorbimento in centrale della corrente di ritorno, il loro valore massimo, dal punto di attacco del feeder sino a capo-linea, sarà eguale alla metà della sovratensione della dinamo secondaria perchè l'altra metà verrà coperta dalla caduta ohmica sul feeder per effetto della corrente di ritorno.

Tali sovratensioni, qualunque sia il loro valore, non possono avere influenza alcuna sull'equipaggiamento elettrico delle automotrici o locomotori quando si abbia l'avvertenza di alimentare tutti i servizi ausiliari, luce, compressore, ecc. mediante un gruppetto di conversione con dinamo a tensione costante ed indipendente dalla velocità del motore.

Per gli equipaggiamenti esistenti che hanno i servizi ausiliari alimentati direttamente dalla linea di contatto sino a determinati survoltaggi non può essere sollevata alcuna eccezione inquantochè gli apparecchi elettrici che interessano la trazione sono praticamente capaci di tollerare una certa variazione in più od in meno della tensione normale di esercizio.

Per i motori di trazione la sovratensione non ha interesse inquantochè questa si verifica soltanto quando non esiste carico in linea, appena si ha un assorbimento di corrente la tensione si riduce almeno a quella di esercizio.

✶

Il sistema illustrato determina evidentemente una certa perdita di energia; tale perdita è però assai limitata e non può avere grande influenza sull'economia di un esercizio di trazione specie se si contrappone ai vantaggi realizzati dal sistema.

Si nota del resto che anche nel caso comune di alimentazione con sottostazioni distribuite lungo la rete una quantità non trascurabile di energia viene perduta per trasporto e trasformazione della corrente.

La descrizione fatta si riferisce alla più semplice applicazione del sistema a doppia alimentazione, quella cioè che nella maggioranza dei casi risponde allo scopo; per impianti in condizioni specialissime di esercizio, quelli ad esempio che in determinati punti e per breve tempo nella giornata sono soggetti a carichi eccezionali può il sistema in parola essere vantaggiosamente accoppiato a dispositivi automatici o semi-automatici capaci di adattarlo alle speciali esigenze della rete o di determinate linee.

✶

L'applicazione dei convertitori a mercurio alla trazione elettrica non ha influenza sul sistema illustrato, al contrario tale innovazione non fa che aggiungere un vantaggio di più a quelli realizzati dall'accentramento dell'alimentazione.

Il convertitore a mercurio potrà portare una certa rivoluzione nel campo della trazione elettrica sostituendo ad una macchina rotante un apparecchio pressochè statico, ma i vantaggi realizzati dal sistema proposto valgono interamente anche per quest'ultimo tipo di equipaggiamenti di conversione in quanto si riferiscono al numero ed al rendimento delle sottostazioni.

I convertitori a mercurio, se la pratica darà la sua definitiva sanzione, trovano la loro più naturale applicazione nel sistema descritto il quale ammette due sole tensioni fisse alle sbarre. In tutte le installazioni munite di survoltori con eccitazione in serie o di generatrici a caratteristica ascendente i convertitori a mercurio non potranno trovare applicazione se non a patto di complicati dispositivi.

★

I pregi del sistema di alimentazione qui descritto possono essere così riassunti:

Economia d'impianto. — Tale pregio fondamentale si riferisce non solo alla eliminazione delle sottostazioni lungo le reti di trazione od alla loro limitazione di numero ma riguarda anche la dotazione del macchinario della centrale principale.

Si nota infatti che il survoltaggio delle dinamo secondarie non è in generale di tal valore da esigere un tipo speciale di macchina: le unità installate potranno perciò servire indifferentemente per l'alimentazione delle sbarre principali come delle sbarre secondarie, per la riserva sarà quindi necessaria una sola dinamo.

Riassumendo può dirsi che il sistema in parola rende minimi i valori dei kW-generatrici installati e dei kW-generatrici in servizio per Km. di linea esercita.

Economia di Esercizio. — E' ovvio che la centralizzazione nell'erogazione dell'energia porterà una notevolissima economia di esercizio.

Tale economia sarà anzitutto realizzata sulla limitazione del personale di centrale e su tutte le altre spese inerenti a tale gestione; si avrà in secondo luogo un vantaggio molto sensibile sul costo del kWh erogato.

E' noto che le sottostazioni alimentanti una rete di trazione, specie quelle dislocate lontane dai centri, lavorano con un fattore di carico molto basso; al contrario una sottostazione montata col sistema « Ing. Sorelli » riassumendo l'erogazione di tutti i centri di alimentazione che, col metodo in uso, dovrebbero essere distribuiti sulla rete, lavorerà con ottimo fattore di carico.

Migliorata alimentazione. — Rispetto agli impianti che affidano solamente ai conduttori di rame il compito di contenere le cadute di tensione entro i limiti consentiti, il sistema in parola realizza un progresso fondamentale inquantochè sostituisce alla curva discendente delle tensioni in linea una curva pressochè orizzontale.

Fig. 6.

Fig. 7.

Ma anche rispetto agli impianti muniti di feeder e di survoltori il processo descritto offre vantaggi molto evidenti.

Si è qui abbandonato il concetto del survoltore a caratteristica ascendente collegato in serie alla generatrice; tale disposizione, adottata sin dai primordi della trazione elettrica, sembrava dovesse risolvere in modo tecnicamente perfetto il problema dell'alimentazione delle linee a corrente continua. La pratica ha invece dimostrata la nessuna adattabilità di questo metodo alle specifiche esigenze della trazione, tanto che attualmente pochissimi impianti mantengono survoltori in funzione.

Il processo illustrato è sostanzialmente diverso: la doppia alimentazione come dianzi esposta, con la massima semplicità di mezzi crea praticamente in un determinato punto di ogni linea una alimentazione che ha maggiore efficacia di quella ottenuta con una sottostazione colà dislocata.

Distribuzione accentrata. — Come sopra dimostrato con opportuno dimensionamento dei feeder si possono con un solo gruppo generatore alimentare e mantenere in eguali condizioni di esercizio qualunque numero di linee irradianti da un centro.

Fig. 8.

4. – Esperienze sul sistema di alimentazione Sorelli e sue applicazioni.

I diagrammi delle fig. 6, 7, 8, 9 si riferiscono a prove di confronto fra l'alimentazione semplice e l'alimentazione col metodo « Ing. Sorelli » sopra una linea tramviaria a 1200 Volt. — I risultati, desunti da letture dirette sull'automotrice o locomotore, sono troppo evidenti per aver bisogno di maggiore illustrazione.

Per l'esatta valutazione dei dati raccolti è da tenersi presente che la linea sulla quale le suddette esperienze furono compiute accusava una notevole resistenza ohmica sul binario; nelle linee di trazione tale resistenza, se non trascurabile, dovrebbe però rappresentare una parte molto piccola della totale resistenza di linea; il sistema di alimentazione in parola gioca soltanto sulla resistenza dei conduttori aerei, perciò se la resistenza del binario si approssima a quella del rame il vantaggio del procedimento non risulta evidente. Ha perciò sommo interesse nelle linee così equipaggiate la buona conduttività del binario.

Fig. 9.

Una applicazione completa del sistema di alimentazione Sorelli si ha nella linea tramviaria Brescia-Gardone V. T.-Tavernole (Km. 28) di recente compiuta la quale nell'ultimo tronco, come risulta dal profilo, ha le caratteristiche di una vera linea di montagna. (fig. 10).

Sino a Gardone V. T. la tramvia fu elettrificata nel 1913, da Gardone V. T. a Tavernole venne sino ad ora esercita a vapore.

cioè col sistema « Ing. Sorelli » e con l'alimentazione semplice da capo-linea; per far meglio risaltare il procedimento si è qui provocato un forte sovraccarico, infatti l'intensità massima assorbita da questi treni eccede quella normale di esercizio che non deve superare per i merci Amp. 200 e per i viaggiatori Amp. 120.

I diagrammi delle fig. 8 e 9 mettono a raffronto, nei riguardi della tensione alla presa, la marcia di un treno viaggiatori da Brescia a Tavernole pure nei due casi di alimentazione.

I diagrammi relativi ai treni merci traducono l'esito di prove eseguite di notte a linea sgombra ed in condizioni diremo così teoriche di alimentazione, quelli dei treni viaggiatori si riferiscono ad una esperienza di esercizio in una delle più sfavorevoli condizioni di carico; infatti come risulta dal grafico, sulla linea si avevano sempre più treni in marcia e durante il tragitto del treno prova da Gardone V. T. a Tavernole, cioè nel tratto più difficile, un treno merci di notevole carico transitava sulla linea.

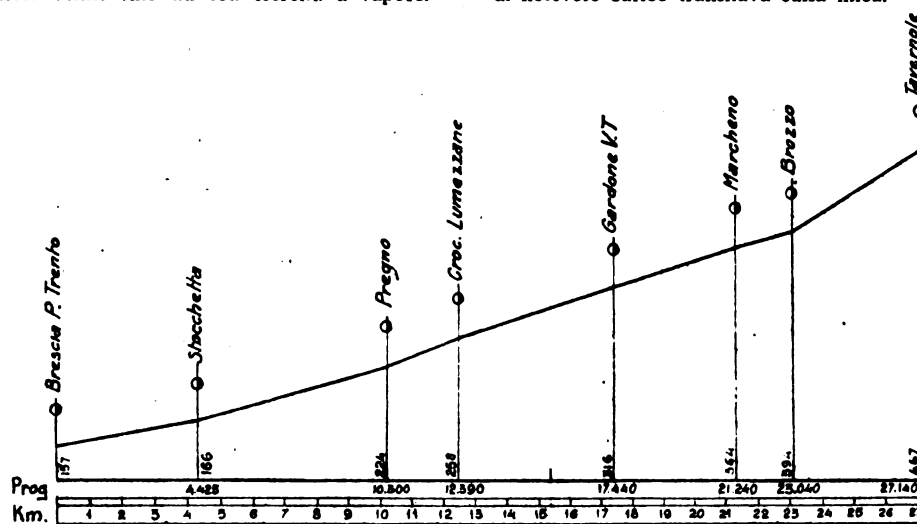



Fig. 10.

In quest'ultimo tratto la linea, salvo un rettifilo di m. 600, si svolge in continue curve a piccolo raggio e con pendenze variabili dal 10 al 30 °/₀₀. Ci troviamo perciò di fronte al caso più sfavorevole nei riguardi dell'alimentazione avendosi il più forte carico all'estremità. Infatti per la elettrificazione di questo ultimo tratto di linea era stata progettata una sottostazione a Gardone V. T., ma tale necessità rendeva impossibile l'opera data la spesa assolutamente sproporzionata all'importanza del tronco da trasformarsi.

La Brescia-Gardone V. T.-Tavernole è montata con sospensione longitudinale e rame di contatto di mmq 100 di sezione, salvo i primi 4 Km. dove il rame ha la sezione di mmq 63.

Sino a Gardone V. T. la tramvia è seguita da un feeder con sezione mmq. 100, da Gardone V. T. a Tavernole la fune portante, di bronzo fosforoso, fa l'ufficio di feeder e sostiene il filo di contatto con hangher isolati sino alla progressiva Km. 25,520, punto nel quale il feeder si allaccia alla linea di trolley; da questo punto a capolinea fune e conduttore di contatto sono elettricamente collegati.

I diagrammi delle fig. 6 e 7 si riferiscono alla marcia di treni merci sopra un breve tronco di prova nei due casi di alimentazione

Tenendo presenti tali circostanze si spiega come il diagramma della fig. 7 risulti quasi rettilineo mentre quello della fig. 9 sia frastagliato.

Con la presenza di più carichi in linea è inevitabile una certa fluttuazione della tensione al punto di presa; il problema della tensione costante si riduce ovviamente a quello di contenere la tensione entro un determinato campo di variazione: nel sistema Sorelli questo campo è ridotto all'8 ÷ 12 % in più o in meno della tensione di esercizio.

5. - Esempi di calcolo della tensione in linea.

A) *Doppia alimentazione sistema Sorelli.*

Si è considerata una linea tramviaria con le seguenti caratteristiche:

Tensione di esercizio	Volt	1200
Lunghezza	Km.	30
Attacco feeder, progressiva	»	28
Rame di contatto sezione	mmq.	100
Feeder sezione	»	100
Survoltaggio dinamo secondaria	Volt	450

Supponendo una delle più sfavorevoli costellazioni di treni si sono rappresentati nella seguente figura schematica i carichi e la loro posizione.

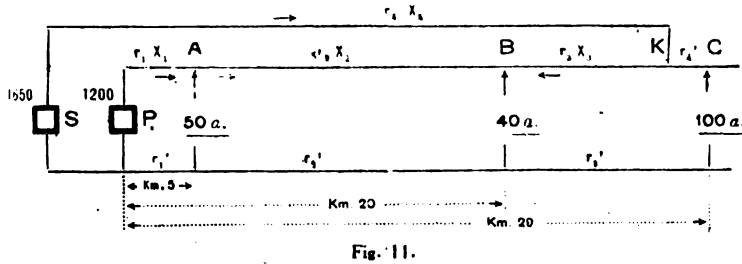



Fig. 11.

Siano X_1, X_2, X_3, X_4 i valori delle correnti che circolano nei tronchi in cui la linea di alimentazione resta divisa dai carichi A, B e C e r_1, r_2, r_3, e r_4 le resistenze dei tronchi suddetti; r_1', r_2', r rappresentino le rispettive resistenze del binario ed r_4' la resistenza del piccolo tronco di linea di contatto posto oltre K, punto di collegamento del feeder al conduttore di contatto.

Si noti che agli effetti della distribuzione delle correnti il carico C deve essere riportato nel punto K.

Ciò premesso si ha:

$$\begin{aligned} r_1 &= 5 \times 0{,}17 = \text{Ohm } 0{,}85 \\ r_2 &= 15 \times 0{,}17 = \text{» } 2{,}55 \\ r_3 &= 8 \times 0{,}17 = \text{» } 1{,}36 \\ r_4 &= 28 \times 0{,}17 = \text{» } 4{,}76 \\ r_1' &= 5 \times 0{,}02 = \text{» } 0{,}10 \\ r_2' &= 15 \times 0{,}02 = \text{» } 0{,}30 \\ r_3' &= 9 \times 0{,}02 = \text{» } 0{,}18 \\ r_4' &= 1 \times 0{,}17 = \text{» } 0{,}17 \end{aligned}$$

$$X_1 = \frac{50\,(r_2 + r_3 + r_4) + 40\,(r_3 + r_4) + 100\, r_4 - 450}{r_1 + r_2 + r_3 + r_4} = \text{Amp. } 73{,}98$$

$$\left\{\begin{aligned} X_1 &= = + \ 73{,}98 \\ X_2 &= X_1 - \ 50 = + \ 23{,}98 \\ X_3 &= X_2 - \ 40 = - \ 16{,}02 \\ X_4 &= X_3 - 100 = - 116{,}02 \end{aligned}\right.$$

Riguardo ai segni delle correnti si ammette come positivo il senso da A verso B.

Le cadute di tensione ai punti di carico risultano:

$A_c = X_1\, r_1 + r_1'\, 190 =$ . . . . Volt 81,88
$B_c = A_c + X_2\, r_2 + r_2'\, 140 = r_4\, X_4 + r_3\, X_3 +$
$+ r_2'\, 140 + r_1'\, 190 - 450$ . . . . . » 185,02
$C_c = X_4\, r_4 + 100\,(r_3' + r_4') + r_2'\, 140 + r_1'\, 190 - 450 =$ » 198,25

Riducendo le cadute a percentuale della tensione di esercizio si ha:

$$\left\{\begin{aligned} A_c &= \ 7, \% \backsim \\ B_c &= 16, \text{ » } \backsim \\ C_c &= 16, \text{ » } \backsim \end{aligned}\right.$$

B) *Alimentazione semplice con feeder parallelo.*

Linea tramviaria come sopra:

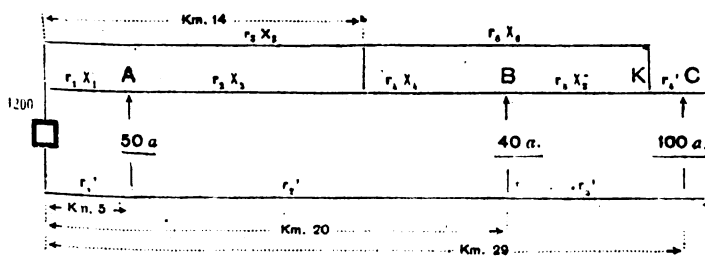



Fig. 12.

$$\begin{aligned} r_1 &= \ 5 \times 0{,}17 = \text{Ohm } 0{,}85 \\ r_2 &= \ 9 \times 0{,}17 = \text{» } 1{,}53 \\ r_3 &= 14 \times 0{,}17 = \text{» } 2{,}38 \\ r_4 &= \ 6 \times 0{,}17 = \text{» } 1{,}02 \\ r_5 &= \ 8 \times 0{,}17 = \text{» } 1{,}36 \\ r_6 &= 14 \times 0{,}17 = \text{» } 2{,}38 \\ r_1' &= \ 5 \times 0{,}02 = \text{» } 0{,}10 \\ r_2' &= 15 \times 0{,}02 = \text{» } 0{,}30 \\ r_3' &= \ 9 \times 0{,}02 = \text{» } 0{,}18 \\ r_4' &= \ 1 \times 0{,}17 = \text{» } 0{,}17 \end{aligned}$$

$$X_1 = \frac{50\,(r_2 + r_3) + 140\, r_3}{r_1 + r_2 + r_3} = \text{Amp. } 110{,}98$$

$$\begin{aligned} X_1 &= = + 110{,}98 \\ X_2 &= X_1 - \ 50 = + \ 60{,}98 \\ X_3 &= X_2 - 140 = - \ 79{,}02 \end{aligned}$$

$$X_6 = \frac{-100\,(r_4 + r_5) + 40\, r_4}{r_4 + r_5 + r_6} = \text{Amp. } 58{,}57$$

$$\begin{aligned} X_6 &= = - \ 58{,}57 \\ X_5 &= X_6 + 100 = + \ 41{,}43 \\ X_4 &= X_5 + \ 40 = + \ 81{,}43 \end{aligned}$$

Le cadute di tensione ai punti di carico risultano:

$A_c = X_1\, r_1 + 190\, r_1' =$ . . . . Volt 113,33
$B_c = A_c + r_2\, X_2 + r_4\, X_4 + 140\, r_2' =$ . . . . » 331,67
$C_c = B_c + r_5\, X_5 + 100\,(r_3' + r_4') = r_3\, X_3 + r_6\, X_6 +$
$+ 100\,(r_3' + r_4') + 140\, r_2' + 190\, r_1' =$ » 424,45

Riducendo le cadute a percentuale della tensione di esercizio si ha:

$$\left\{\begin{aligned} A_c &= 10, \% \backsim \\ B_c &= 28, \text{ » } \backsim \\ C_c &= 35, \text{ » } \backsim \end{aligned}\right.$$

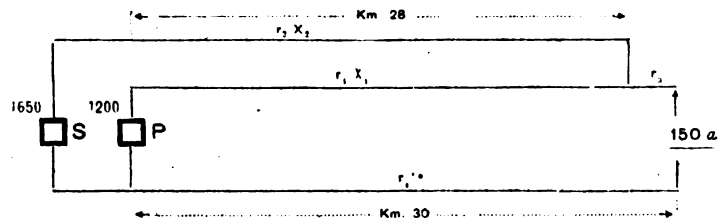



Fig. 13.

$$\left\{\begin{aligned} r_1 &= 28 \times 0{,}17 = \text{Ohm } 4{,}76 \\ r_2 &= 28 \times 0{,}17 = \text{» } 4{,}76 \\ r_3 &= \ 2 \times 0{,}17 = \text{» } 0{,}34 \\ r_4 &= 30 \times 0{,}02 = \text{» } 0{,}60 \end{aligned}\right.$$

$$X_1 = \frac{r_2\, 150 - 450}{r_1 + r_2} = \text{Amp. } 27{,}73$$

$$\left\{\begin{aligned} X_1 &= = + \ \ 27{,}73 \\ X_2 &= X_1 - 150 = - 122{,}27 \end{aligned}\right.$$

$A_c = r_1\, X_1 + 150\,(r_1' + r_3) = r_2\, X_2 + 150\,(r_1' + r_3) - 450 =$
$= 272{,}99$ Volt $\qquad A_c = 22\ \% \backsim$

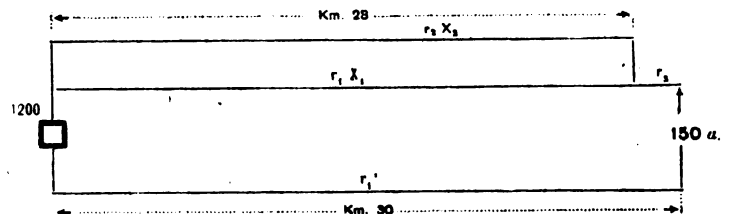



Fig. 14.

$$A_c = \frac{(r_1 + r_2)}{4} + (r_1' + r_3)\, 150 = \text{Volt } 498$$

$$A_c = 42\ \% \backsim$$

6. - Perdita energia col sistema Sorelli.

Quantunque la perdita di energia causata dal sistema illustrato sia da trascurarsi rispetto ai vantaggi realizzati dalla soppressione delle sottostazioni pure in alcuni casi può preoccupare uno spreco di energia specie quando questa si deve acquistare da terzi a prezzo elevato.

Per analizzare l'entità di tale perdita e valutarne la sua portata economica è necessario confrontare i due casi seguenti di alimentazione i quali, in linea approssimata, si equivalgono agli effetti della tensione mantenuta in linea.

1° Alimentazione con due sottostazioni d'estremità.

2° Alimentazione sistema « Ing. Sorelli » con feeder collegato alla linea di contatto nel punto dove si supponeva una sottostazione.

A titolo di sommaria indagine si faccia l'ipotesi, del resto abbastanza prossima al caso pratico, che tanto nell'uno che nell'altro caso i kWh attinti dalla linea siano erogati per giusta metà dalle due sottostazioni.

Poichè alcune perdite sono eguali nei due casi, come ad esempio conversione, caduta ohmica, ecc. ci riferiamo nel raffronto alle sole caratteristiche che differenziano i due processi.

Nel primo caso si ha alle sbarre la tensione di esercizio e la sottostazione estrema è causa di perdite per frazionamento delle unità di conversione e per il trasporto energia alternata a distanza.

Ammettendosi i seguenti rendimenti 0,90 per trasporto energia e 0,95 per frazionamento unità, si avrà una totale perdita sull'energia erogata dalla sottostazione del 14% circa, cioè il 7% rispetto alla totale richiesta.

Nel secondo caso, supposto un survoltaggio della dinamo secondaria del 30%, si avrà una perdita sul totale consumo del 15% sempre nell'ipotesi fatta di erogazione a metà dalle due parti.

Abbiamo quindi di fronte le due perdite 15% e 7%; il sistema a doppia alimentazione provoca una perdita di energia superiore dell'8% a quella che si verifica alimentando le linee con la pluralità delle sottostazioni.

Ha quindi conferma l'affermazione dianzi fatta sulla trascurabilità della perdita di energia provocata dal procedimento illustrato.

Non è il caso di paragonare le spese d'impianto e di esercizio delle sottostazioni con quelle del feeder e maggior potenza installata nella sottostazione convertitrice centrale, la differenza è tanto cospicua e palese da non aver bisogno di dimostrazione.

Errata corrige.

Articolo SANTUARI, n. 12 del 25 aprile 1921, pag. 258:

A pagina 258, 2ª colonna, riga 4ª, va scritto:

$\lambda_0 = l\,(1 - \frac{T_1}{E}) + \frac{8}{3}\,\frac{f_1^2}{l}$ invece di: $\lambda_0 = l\,(1 - \frac{T_1}{E}) + \frac{3}{8}\,\frac{f_1^2}{l}$

A pagina 259, 1ª colonna, riga ultima, va scritto:

$m = \frac{8}{p}\,\frac{T}{l^2}\,\sqrt{f^2}$ invece di: $m = \frac{8}{p}\,\frac{T}{l_2}\,\sqrt{f^2}$

A pagina 259, 2ª colonna, riga 12ª, va scritto:

Le curve f_{II}^2, f_{II} e m_{II} invece di: Le curve f_{11}^2, f_{11} e m_{11}

A pagina 261, 1ª colonna, riga 8ª, va scritto:

« rappresentante la tensione residua τ in funzione della tensione specifica T per i diversi, ecc. »

anziché:

« rappresentante la tensione specifica T per i diversi, ecc. »

A pagina 261, 2ª colonna, riga 45ª, va scritto:

$\theta_1 - \theta_2 = t_2 - t_1$ invece di: $\theta_2 - \theta_1 = t_2 - t_1$

LETTERE ALLA REDAZIONE

Pro e contro l'elettrificazione.

Roma, 17 *marzo* 1921.

Egregio Sig. Redattore Capo dell'*Elettrotecnica*.

*La ringrazio di avere riprodotto nell'*Elettrotecnica *la mia memoria sugli aspetti finanziari della elettrificazione delle ferrovie.*

Indubbiamente l'ospitalità del diffuso ed eccellente periodico permetterà di raggiungere meglio lo scopo di illuminare l'opinione pubblica e di provocare fra i colleghi un'ampia discussione sull'argomento.

In attesa di ciò mi consenta una breve parola di risposta al Suo commento editoriale. Come Ella ricorderà, partendo da considerazioni che, senza aver la pretesa di essere complete, erano certamente complesse, io arrivai alla conclusione che: « la elettrificazione delle ferrovie a potenzialità completamente sfruttata ed a grande consumo di carbone vada promossa e che la elettrificazione delle ferrovie a traffico debole sia dannosa alla finanza e dannosa all'industria ».

Ella mi osserva che ho trascurato qualche elemento atto a spostare anche notevolmente il risultato dell'esame puramente economico e cioè: 1° che la convenienza di elettrificare non è solo nel risparmio del carbone ma specialmente nella possibilità di aumentare il traffico su certe linee che con la trazione a vapore hanno raggiunto il massimo della potenzialità. In tal caso la elettrificazione fa risparmiare la costruzione di raddoppi di binario o di linee completamente nuove. 2° Che la questione dell'energia non ha l'importanza che io le ho attribuito perchè le ferrovie assorbiranno solo una piccola parte dell'energia complessivamente richiesta dalle industrie. 3° Che le ferrovie secondarie e tramvie, quando fossero elettrificate, solleverebbero le Ferrovie dello Stato da una quantità di trasporti a piccola distanza rendendo più efficace la loro vera funzione di organi di grande collegamento.

La prima osservazione, del resto giustissima, non era stata dimenticata da me. Vi accennai nel riportare le ragioni che avevano indotto alla elettrificazione della linea dei Giovi, vi ritornai più avanti riferendo, con evidente consenso, il parere del Bianchi, la consacrai infine nella conclusione che accenna esplicitamente alle « ferrovie a potenzialità completamente sfruttata ». Se questa considerazione non ha avuto da me un più ampio rilievo ciò è dovuto al fatto che le ferrovie a potenzialità completamente sfruttata sono sempre ferrovie a grande traffico ed a grande consumo di carbone.

La seconda Sua osservazione, quella sulla disponibilità di energia si riduce in sostanza ad una questione di apprezzamento. Giova ricordare che io non combatto in generale la elettrificazione delle ferrovie italiane, combatto solo quella speciale infatuazione per la quale si vorrebbe che tutte o quasi tutte *le ferrovie italiane fossero elettrificate.*

Questo provvedimento, allo stato attuale del traffico, richiederebbe un miliardo e mezzo di kWh ma fra 25 o 30 anni, se il nostro Paese si rimetterà a lavorare ed a progredire, col normale aumento del traffico sulle ferrovie esistenti e sopratutto con la costruzione dei 10 000 chilometri di linee che ancora mancano a completare la rete italiana, occorrerebbero per la trazione elettrica non meno di due e mezzo o tre miliardi di kWh. Non mi sembra che la prima e tanto meno la seconda massa di energia siano così trascurabili da non imporre alcuna restrizione alle esigenze delle altre industrie.

Sulla terza osservazione io che per tanti anni ho vissuto le ansie della grama vita delle ferrovie secondarie e delle tramvie, posso assicurarla che sempre esse sarebbero state ben felici di aiutare le Ferrovie dello Stato nella loro azione, ma ciò non è stato mai possibile per la estrema energia con la quale quella Amministrazione vi si è opposta. Le basti un ricordo per tutti: quello dell'articolo 41 della legge 7 luglio 1907 n. 429 che autorizza le Ferrovie dello Stato ad istradare le merci anche per la via più lunga pur di non cedere il trasporto alle Amministrazioni private. Ma tutto ciò non mi sembra che abbia rapporto con la questione delle elettrificazioni.

Le linee concesse all'industria privata sono assai spesso linee a debole traffico quantunque non lo siano sempre. Se e quando tali linee abbiano un traffico veramente intenso la loro elettrificazione sarà la benvenuta, ma se il traffico fosse debole nessuno potrà contestare la possibilità che esso sia suscettibile di aumento senza che le linee stesse ne restino congestionate e senza che occorra per ciò la elettrificazione per aiutarle a smaltirlo.

Questo, Illustre Professore, è un punto da non dimenticare nell'esame della questione, ma quali che siano le nostre opinioni, bisogna cercare di persuadere i colleghi di questa idea centrale: che è erroneo di turbare l'ordine, dirò così, gerarchico elettrificando linee di poco movimento finchè linee importantissime seguitano ad essere esercitate a vapore.

In questa idea tutti a parole convengono ma purtroppo la dimenticano quando si tratta di passare dalla teoria alla applicazione. E così, mentre in passato abbiamo visto elettrificare la ferrovia Torino-Pinerolo, oggi leggiamo che è decisa la elettrificazione dei tronchi Pinerolo-Torrepellice e Bricherasio-Barge in tutto 27 chilometri di ferrovia in ciascuno dei quali non si consumano 20 tonnellate di carbone all'anno. Ne segue che mentre dappertutto in Italia vi sono urgenti, insoddisfatti bisogni di lavori pubblici, lassù si spenderà una diecina di milioni per risparmiare poche diecine di tonnellate di carbone ed un modesto deposito locomotive!

Coi più cordiali saluti mi creda

suo dev.mo

F. SCHUPFER.

★

Forni elettrici a bagno di sali fusi.

Dall'Ing. Gaetano Malaguti riceviamo la seguente lettera:

Milano, 26 *Aprile* 1921.

Spett. Redazione,

Nella « Cronaca » del N.° 11 del 15 Aprile della Vostra diffusa Rivista, leggiamo a proposito dei forni elettrici a bagno di sali fusi, che la Fabbrica d'Armi di Châtellerault aveva fatto delle prove con risultati soddisfacenti di detti Forni, e nessun cenno era fatto per le altre Ditte, e che oltre i 25 cm non può adoperarsi il bagno di sali.

Sapendo del vostro interessamento all'argomento, e della vostra buona volontà a far conoscere e proteggere le Ditte costruttrici Nazionali, ci pregiamo comunicarvi quanto segue:

La nostra Ditta già da varii anni costruisce normalmente forni elettrici a bagno di sali fusi, ed ha regolare brevetto. Crediamo inutile elencarvi i loro gran pregi essendo essi già a voi noti e riportati nella citata recensione; solo dobbiamo aggiungere che noi abbiamo costruito dei forni di dimensioni molto maggiori fino a 400 mm. per il lato minore e che ne costruiremmo anche di più grandi dietro richiesta, giacchè nessun inconveniente si è rilevato oltre i 25 cm cui accenna la vostra indicazione.

Distinti saluti GAETANO MALAGUTI.

Abbiamo fatto posto col più vivo piacere a questa lettera, ma dobbiamo ancora una volta ripetere all'egregio Ing. Malaguti quanto già abbiamo tante volte detto e ripetuto: *L'Elettrotecnica* è sempre a disposizione dell'industria nazionale per pubblicare notizie e descrizioni di tutto quanto i nostri industriali fanno di nuovo o di notevole. Basta che le notizie in questione abbiano carattere tecnico oggettivo, e siano firmate. Alle esortazioni generiche rivolte a tutti, sul giornale, abbiamo aggiunto opera privata di persuasione, ma abbiamo ottenuto solo qualche buona promessa. Di più non possiamo fare, e l'Ing. Malaguti dovrà ammettere che non possiamo immaginare quello che non ci vien comunicato. E non è colpa nostra se i costruttori stranieri pubblicano invece sovente e volentieri sulle riviste dei loro paesi, alle quali dobbiamo necessariamente attingere, le notizie che possono interessare i lettori.

(*N. d. R.*)

:: SUNTI E SOMMARI ::

COSTRUZIONI.

E. MATTMAN — **Costruzione degli alternatori mossi da turbine idrauliche.** (The Electric Journal, gennaio 1921, pag. 25).

L'autore studia gli accorgimenti costruttivi intesi a prevenire rotture per forza centrifuga, nel caso di sviluppo di velocità eccezionalmente alte.

Gli assi vengono calcolati tenendo conto della velocità critica; e i rotori sono forzati sull'albero.

I piccoli rotori fino a m 1,50 di diametro si costruiscono con lamierini d'acciaio di 15 decimi; per assicurare la massima possibile

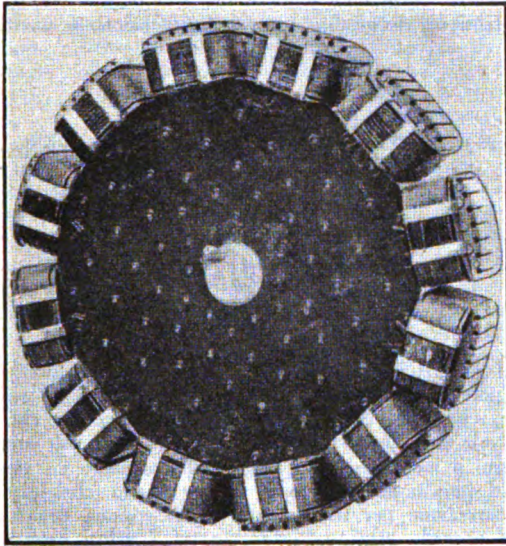



Fig. 1.

uniformità nel pacco di lamiere, ogni lamierino si dispone colla direzione di laminazione girata di un angolo eguale al passo, rispetto al precedente. Gli incavi a coda di rondine per l'attacco dei poli, sono lavorati alla stozzatrice colla più gran precisione possibile. I lamierini sono tenuti insieme con chiodi passanti e ribaditi. Il foro per

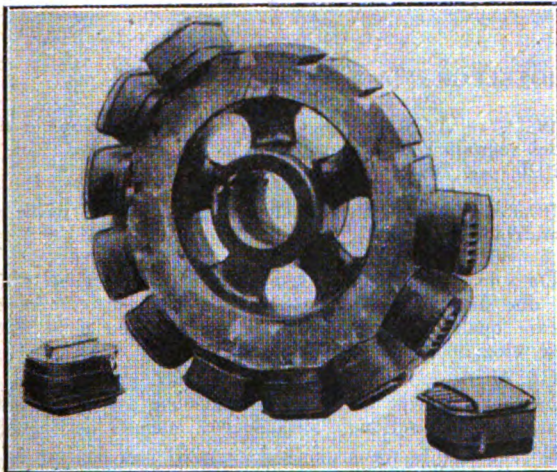



Fig. 2.

l'albero e la cava per la chiavetta vengono ricavati dopo formato il pacco.

I rotori di media grandezza, da m 1,50 fino a circa 4 metri, sono generalmente d'acciaio fuso; i pezzi fusi vengono ricotti e accuratamente ispezionati per eliminare soffiature o altre imperfezioni. Appositi provini ricavati dalla stessa fusione vengono sottoposti alle prove di resistenza. Le cave a coda di rondine pei poli, sono accuratamente finite alla fresa. I pezzi finiti devono ancora essere esaminati per evitare screpolature o imperfezioni derivanti dalla lavorazione.

Per velocità molto alte, si richiederebbero corone troppo profonde così che riuscirebbe pericolosa la fusione e difficile la ricottura. Si ricorre allora a rotori formati da dischi d'acciaio laminati e di circa 50 mm di spessore; essi vengono disposti uno di fianco all'altro, girandoli rispetto al senso della laminazione, e sono tenuti insieme da bulloni passanti.

Per grandi rotori oltre i 4 metri di diametro, si usano spesso corone di lamierini, come in figura 4. I lamierini che formano la corona hanno uno spessore di circa 15 decimi e sono fissati al corpo del rotore, ottenuto di fusione, mediante incastri a coda di rondine. Il pacco di lamierini è racchiuso fra due lamiere laterali più grosse, e tenuto insieme con bulloni passanti. Le giunte dei lamierini devono essere sfalsate.

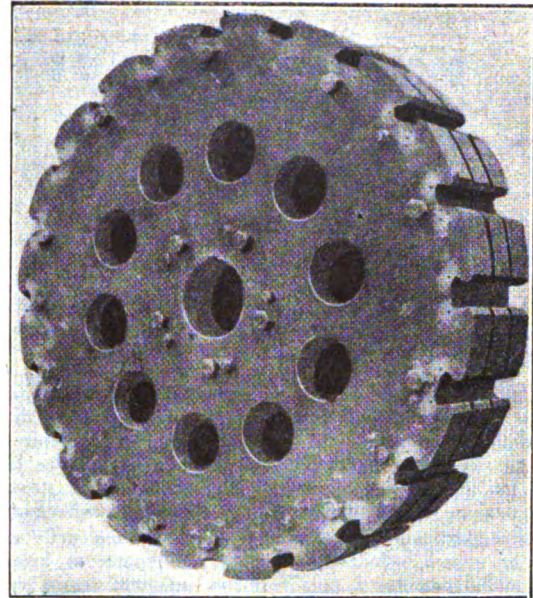



Fig. 3.

I poli sono formati da pacchi di lamierini da 15 decimi racchiusi fra placche laterali di rinforzo e tenuti in posto da bulloni passanti, a dado incassato.

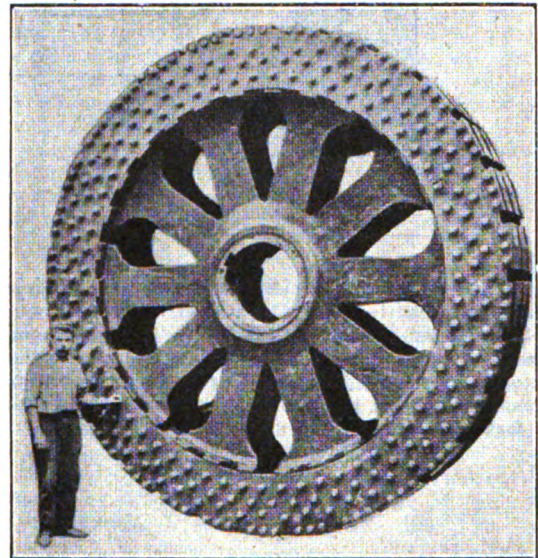



Fig. 4.

I supporti superiori delle matasse, che le proteggono contro la forza centrifuga, possono essere bullonati ai poli oppure essere solidali colle placche laterali di rinforzo. I supporti inferiori presentano dei fori per colarvi del metallo, quando occorra per ottenere un perfetto equilibrio statico o dinamico del rotore.

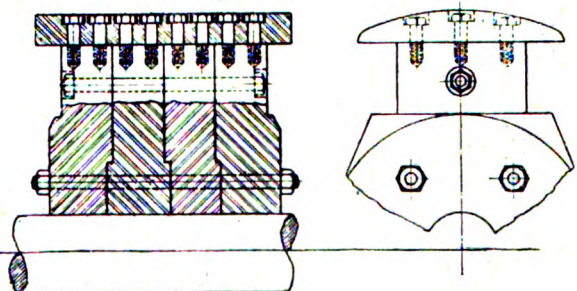



Fig. 5.

Ogni polo è provvisto di una coda di rondine che entra nel corrispondente incavo del rotore, lasciando lo spazio per due spine d'acciaio che vi vengono forzate per assicurare il collegamento. Si può

risparmiare sulla profondità della corona, munendo ogni polo di più di una coda di rondine, ma vi è il pericolo che lo sforzo si distribuisca in modo non uniforme; vi si ovvia in parte facendo il polo in tante sezioni distinte quante sono le code di rondine.

L'avvolgimento dei poli si fa, finchè è possibile, con nastro di rame disposto di fianco; a tensioni alte occorrono conduttori isolati. Le matasse vengono impregnate di bakelite. Per alte velocità occorre assicurarle con fasciature.

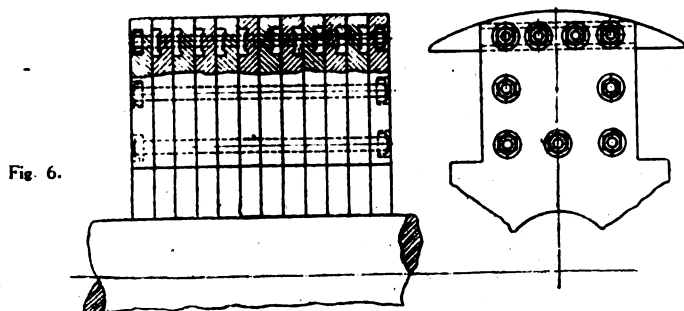



Fig. 6.

L'autore riassume i risultati di esperienze compiute per determinare come si comportino alla resistenza gli incastri a coda di rondine. Risulta dalle esperienze fatte che la rottura può avvenire per tensione o per flessione a seconda che vi sono o no le piastre laterali di rinforzo; ma in ogni caso lo sforzo di rottura è dello stesso ordine. Per la calcolazione bisogna tenere conto anche delle sollecitazioni al taglio.

Altre particolarità interessanti si riscontrano nelle espansioni polari. Per grandi velocità periferiche, le espansioni polari si costruiscono mobili, mentre i poli formano un tutto unico col rotore. Le espansioni possono essere fissate con viti come in figura 5. La figura 6 rappresenta un altro sistema: le espansioni polari consistono in un

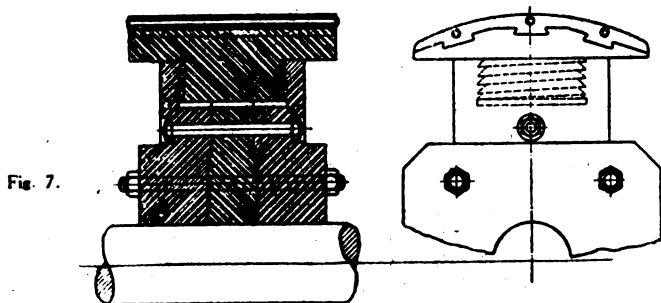



Fig. 7.

certo numero di piastre d'acciaio infilate in apposite incassature praticate nei dischi che formano il corpo del rotore ed i poli, e bullonate. Un ultimo sistema indicato dall'Autore è quello di figura 7. In esso l'espansione polare porta un corpo filettato che si avvita entro il corpo del polo. Con questa costruzione si può anche avere una faccia polare laminata la quale come si vede in fig. 7 è fissata alla espansione polare massiccia mediante incastri a coda di rondine.

R. S. N.

* *

ELETTROFISICA.

M. BARKHAUSEN e K. KURZ — **Onde elettromagnetiche brevissime, prodotte con valvole ioniche.** (Phys. Z. S. 1920, vol. 21, pag. 1 - E. T. Z. 5 agosto 1920, vol. XLI, n. 31, pag. 615).

Le valvole ioniche, usate come generatrici o amplificatrici, o ricevitrici in r. t., generano spesso oscillazioni di altissima frequenza, che possono perturbarne il funzionamento e di cui non è troppo chiara l'origine. In genere, si cerca di ostacolarle o di eliminarle con l'uso di reattanze, o di altri artifici; gli AA. si sono invece proposti di studiarle in un caso particolare, che si verifica quando in una valvola si dà una tensione positiva relativamente elevata ($100 \div 400$ V) alla griglia, mentre l'anodo (o lamina) si tiene a una tensione leggermente negativa.

Sperimentando in queste condizioni gli AA. hanno constatato, che la lunghezza d'onda diminuisce al crescere dell'incandescenza del catodo (ossia della emissione elettronica) e al crescere della tensione impressa alla griglia, mentre varia all'incirca proporzionalmente alla distanza fra catodo (filamento) e anodo (lamina). Gli AA. spiegano il fenomeno con un moto oscillatorio degli elettroni attraverso la griglia. Essi, all'uscita dal filamento, sarebbero così energicamente accelerati dal forte gradiente di potenziale, mantenuto dalla tensione di griglia, da oltrepassare in gran parte quest'ultima (che è costituita da fili assai sottili), proseguendo con moto ritardato verso l'anodo; fino ad invertire il loro moto, per effetto dell'attrazione esercitata dalla griglia ripassando attraverso di essa verso il filamento, e così via. La velocità massima degli elettroni, raggiunta nel momento del passaggio attraverso la griglia, è calcolata assai semplicemente dagli AA. con la formula:

$$v = 6 \cdot 10^7 \cdot \sqrt{v_c} ,$$

ove v è in cm/sec e la tensione di griglia v_c è espressa in unità elettrostatiche assolute. La velocità media è assunta pari a $\frac{v}{2}$ e riferita a un percorso $2d$ per la durata di una intera oscillazione elettronica, essendo d la distanza fra lamina e filamento. Ne segue che la frequenza delle oscillazioni è $f = \frac{v}{2} \cdot \frac{1}{2d}$ e quindi la lunghezza d'onda

$$\lambda = \frac{3 \cdot 10^{10}}{f} = \frac{2 \cdot 10^3 \cdot d}{\sqrt{v_c}}$$

Dunque gli elettroni oscillerebbero nell'interno della valvola con una frequenza dipendente dalle dimensioni geometriche degli elettroni, e dalla tensione di griglia. Corrispondentemente a questo movimento

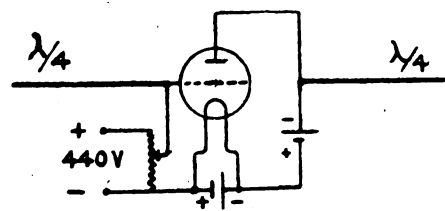



Fig. 1

ritmico degli elettroni nell'interno della valvola, si producono oscillazioni di potenziale anodico e oscillazioni elettriche nel circuito esterno. S'intende, che per l'esistenza del fenomeno occorre che si determini nella valvola una regolazione automatica interna non ancora spiegata, che governi il moto pendolare degli elettroni come un movimento d'insieme. Ad ogni modo è degno di rilievo il fatto, che, introducendo una piccola correzione per tener conto della tensione negativa di lamina, si ha un accordo assai soddisfacente tra i valori osservati e i valori calcolati di λ.

Con un dispositivo del tipo indicato schematicamente in fig. 1 e collegando con la valvola due fili di lunghezza fra 25 e 50 cm ($= \lambda/4$), è stato possibile produrre segnali r. t. a onda brevissima, che venivano ricevuti a 600 m di distanza con un analogo oscillatore, comprendente nel mezzo un rivelatore senza amplificazione.

* *

RADIOTELEGRAFIA E RADIOTELEFONIA.

C. KINSLEY - A. SOBEY — **Variazioni di direzione e di intensità dei segnali radiotelegrafici.** (Proc. I. R. E., vol. VIII, n. 4, agosto 1920, pag. 299).

S. HOLLINGWORTH - B. HOYLE — **Errori locali nella radiogoniometria.**

Dato lo sviluppo della radiogoniometria in questi ultimi anni, i primi due autori hanno intrapreso una serie di esperimenti intesi a verificare quale sia il grado di approssimazione delle misure di direzione, eseguite con il radiogoniometro.

Gli A. A. hanno quindi cercato di determinare entro quali limiti varî la direzione delle onde elettromagnetiche e se esista una relazione fra variazioni di direzione e variazioni di intensità dei segnali.

Il fatto che la trasmissione dei segnali non avviene in linea retta e che la loro intensità è soggetta a continue variazioni si può ritenere dipenda dalla non uniformità del mezzo. Questo sarà considerato attentamente più avanti per vedere se le condizioni fisiche ammettono le discontinuità necessarie a spiegare le variazioni accennate.

Le misure di direzione furono eseguite con accurati metodi quantitativi, mediante aerei chiusi a telaio. Dalle esperienze è risultato principalmente che le massime variazioni di direzione si sono verificate durante la notte, mentre dall'alba al tramonto si sono avute solo delle differenze di pochi gradi, per modo che, dalla media delle osservazioni fatte, poteva ottenersi con buona approssimazione la direzione effettiva della stazione trasmittente. La determinazione della direzione è stata eseguita assumendo come tale la bisettrice fra le due direzioni del telaio corrispondenti alla minima intensità del segnale. Ogni posizione di minimo è stata ottenuta come media del risultato di nuove diverse osservazioni, e in una di queste misure è accaduto che la direzione variava così rapidamente da non essere più possibile determinare la posizione di minimo col metodo suddetto.

In alcune prove poi per quanto il quadro fosse fatto ruotare per tutti i 360° non fu possibile trovare la posizione di minimo.

Da queste esperienze è risultato ampiamente dimostrato, che tutte le trasmissioni R. T., siano esse ad onde persistenti prodotte da archi o da alternatori, siano ad onde smorzate, presentano delle distorsioni tanto se la propagazione avviene sulla terra quanto se essa avviene sul mare. Operando su onde persistenti di notevole lunghezza ($\lambda = 4900 \div 17\,300$) e su onde smorzate relativamente brevi ($\lambda = 960 \div 5700$ m) è risultato che le distorsioni apparivano in genere assai più grandi e frequenti per le prime che non per le seconde.

I casi nei quali non è possibile determinare la posizione di minimo e quindi la direzione, si può ritenere siano prodotti dalle due cause seguenti:

1°) quando la zona di minimo diventa incerta fino a far scomparire le proprietà direttive del quadro, come se la propagazione dell'onda avvenisse prevalentemente in direzione verticale. In questo caso converrebbe cercare i minimi facendo ruotare il telaio anche intorno ad un asse non verticale.

2°) quando prima e dopo la scomparsa del minimo, si è trovato esservi delle grandi e errate variazioni nella direzione determinata col quadro. In questo caso la spiegazione più probabile del fenomeno è quella che l'onda elettromagnetica sia talmente modificata da produrre un campo rotante nello spazio occupato dal telaio.

Riguardo alle relazioni fra variazioni di intensità e di direzione, è stato trovato che talvolta grandi variazioni di direzione e anche la completa scomparsa delle proprietà direttive possano avvenire senza che vi sia una notevole variazione dell'intensità dei segnali, tal'altra è accaduto esattamente il contrario. E' stato anche verificato che le variazioni di intensità si producono più frequentemente e sono più grandi delle variazioni di direzione ed inoltre che esse seguono un ciclo diurno e un ciclo stagionale.

Le variazioni di intensità dei segnali sono prodotte da variazioni nell'assorbimento dell'energia da parte del mezzo in cui avviene la propagazione e più raramente da fenomeni di interferenza, i quali prevalgono invece nel caso delle variazioni di direzione e sono dovuti probabilmente al fatto che, in certe condizioni, l'ionizzazione del mezzo è talmente concentrata da dar luogo a delle superfici conduttrici che agirebbero come un riflettore per le onde elettromagnetiche. In questo caso la combinazione nel ricevitore dell'onda diretta e della riflessa può dar luogo sia alla impossibilità stessa della determinazione radiogoniometrica a seconda della direzione e della fase dell'onda riflessa in confronto con l'onda diretta.

Gli AA. passano poi ad esaminare lo stato dell'atmosfera per determinare quali possano essere le condizioni fisiche a cui attribuire gli accennati fenomeni.

Per darne una spiegazione è stata avanzata l'ipotesi dell'esistenza di superficie riflettenti; e dagli ultimi studi sulle condizioni dell'atmosfera è risultato che vi sono delle regioni dove si manifestano delle discontinuità tali da rendere effettivamente possibile la formazione di quelle superficie.

Gli A A. dopo avere discusso circa le regioni dell'atmosfera, ove possono manifestarsi quelle discontinuità, arrivano alla conclusione che l'unica, che risponde ai requisiti necessari per spiegare i fatti osservati, è quella che divide la troposfera dalla stratosfera (strato isotermico) e che si trova a un'altezza di circa 10 km dalla superficie della terra.

In questa zona esiste certamente uno strato di polvere cosmica che può essere fortemente radioattiva. Essa darebbe luogo all'esistenza di uno strato di ionizzazione permanente e questa è la discontinuità meglio definita di cui noi abbiamo conoscenza nella atmosfera superiore. A questo strato conduttore di ionizzazione permanente, che già di per sè può agire come un riflettore per le onde elettromagnetiche, si aggiungerebbero durante la notte altri strati di cariche elettriche, dovute alla ionizzazione residua lasciata dall'azione solare e non più tenute in agitazione permanente dalle correnti di convezione, che il calore solare provoca.

Con la ricomparsa del sole le correnti di convezione sono ristabilite e si ha allora non più una zona conduttrice determinata, ma una ionizzazione distribuita che assorbe la massima parte dell'energia delle onde elettromagnetiche. Ne risulta una diminuzione di intensità del segnale, ma, mancando l'azione riflettente, non si ha più nessuna considerevole distorsione nella direzione della trasmissione.

Questo spiega quindi come durante la notte la portata delle stazioni R. T. sia maggiore, come maggiore sia pure la distorsione delle onde elettromagnetiche e come invece durante il giorno avvenga il contrario.

Analogamente si può ritenere che il fenomeno delle periodiche variazioni di intensità dei segnali sia dovuto al movimento di masse conduttive di aria che assorbono l'energia delle onde. L'interposizione di una serie di zone temporalesche muoventisi nella stessa direzione dell'onda produrrebbe tali variazioni, ciò che può essere verificato facendo delle misure di intensità su onde muoventisi in direzione N S o E W, giacchè vi è un deciso movimento di temporali lungo la linea E W.

Gli A A. concludono che questi risultati sono sconcertanti per chi è interessato a servirsi dei radiogoniometri, ma che d'altra parte si manifesta la possibilità di poter aumentare la nostra conoscenza dell'atmosfera mediante lo svilupparsi delle misure radiotelegrafiche e radiogoniometriche.

*

Mentre nello studio precedente sono state esaminate le cause che possono produrre la deviazione delle onde elettromagnetiche durante il loro cammino attraverso lo spazio, gli A A della seconda nota hanno preso in considerazione le condizioni locali della stazione ricevitrice, per determinare quale influenza queste possano avere sulla distorsione delle onde elettromagnetiche. Secondo gli A A si manifesta tale azione deviatrice quando nelle vicinanze della stazione ricevente esistono:

1) Masse metalliche.
2) Superficie completamente o parzialmente conduttrici.
3) Circuiti sintonizzati.
4) Linee telegrafiche o telefoniche.

Gli A A esaminano poi separatamente queste varie cause di errore.

1. — Il caso limite dell'azione di masse metalliche si ha per gl'impianti a bordo delle navi. L'ordine di grandezza dell'errore che si produce per l'azione di queste masse può essere limitato a una diecina di gradi nelle condizioni ordinarie. Quando le masse non siano mobili è possibile mediante numerose misure determinare tale errore in funzione della direzione di rilevamento e della lunghezza d'onda. Può quindi essere costruita una tabella di correzione analoga a quella adoperata dai naviganti per la correzione delle bussole magnetiche. Da esperienze eseguite a bordo di una nave, è inoltre risultato che questi errori possono essere sensibilmente ridotti qualora, invece di un aereo a telaio, si usi un radiogoniometro del tipo Bellini-Tosi, ciò che dimostrerebbe che la zona dove si producono gli errori è limitata alla regione situata nelle immediate vicinanze della causa perturbatrice.

2. — L'esattezza dei rilevamenti può essere infirmata dalla vicinanza del telaio a costruzioni parzialmente metalliche, o dalla sua sistemazione all'interno di esse. Gli A A ritengono che nelle ordinarie costruzioni edilizie, i materiali metallici in esse adoperati non diano luogo ad errori sensibili, come è loro risultato da alcune esperienze eseguite a proposito.

3. — Gli A A si riferiscono nel terzo caso all'azione deviatrice prodotta da circuiti esterni sintonizzati per la stessa lunghezza d'onda del telaio o da alcune parti dello stesso circuito ricevitore, ciò che accade quando per la ricezione si faccia uso di un amplificatore a trasformatore. In questo caso a seconda delle posizioni date all'amplificatore rispetto al telaio possono verificarsi sensibili errori, a meno che l'amplificatore non sia protetto da uno schermo metallico o sia allontanato sufficientemente dal telaio. Ma usando uno schermo si può ricadere nelle cause di errore esaminate al n. 1, e allontanando di molto l'amplificatore si ha un aumento di capacità del circuito di sintonizzazione, per il necessario impiego di lunghi fili.

Sensibili errori sono stati anche verificati, quando il quadro di ricezione era situato nelle vicinanze di un aereo sintonizzato per la stessa lunghezza d'onda, mentre gli errori scomparivano quando l'aereo era sintonizzato per una lunghezza d'onda almeno doppia di quella del quadro.

4. — L'azione deviatrice più rilevante è quella prodotta da linee telegrafiche o telefoniche esistenti nelle vicinanze della stazione ricevitrice o da altre linee elettriche. In questo caso è anche particolarmente difficile determinare in quale modo si esercita l'azione disturbatrice, data l'impossibilità di spostare a piacimento quelle linee. D'altra parte non è nemmeno possibile verificare se quest'azione è prodotta da un assorbimento di energia o da un parziale effetto di risonanza che darebbe luogo ad un'irradiazione da parte della linea stessa. Anche il senso e la grandezza delle deviazioni non si possono per ora coordinare secondo leggi generali e tenuto conto che questa causa di errore è la più grave, conviene installare in ogni caso le stazioni radiogoniometriche a sufficiente distanza dalle linee telegrafiche e telefoniche.

C. Mt.

* *

TRASFORMATORI, CONVERTITORI E RADDRIZZATORI.

H. GREINACHER — **Produzione di tensione continua mediante tensione alternata inferiore, senza trasformatore.** (Schweiz. Elektrot. Verein, Bull. Marzo 1920, vol. II, pag. 59 66) (¹).

Il metodo proposto dall'Autore è una delle molte applicazioni delle valvole ioniche; e con esso teoricamente si può ottenere una tensione continua di valore molto superiore a quella alternata di cui si dispone: in pratica però si è solo riusciti ad avere una tensione continua pari a 5 volte il valor massimo di quella alternata.

Lo schema che si riproduce in fig. 1 è per una magnificazione tripla; in esso C_0 C_1 C'_0 C'_1 rappresentano condensatori di *egual capacità*, e Z_0 Z_1 Z'_0 Z'_1 valvole ioniche a due elettrodi (raddrizzatrici), che lasciano passare la corrente solo nel senso indicato dalla freccia.

Ai punti K e K' si applichi una tensione alternativa di ampiezza $2\,V$ e si derivi il circuito esterno ai punti P_3 - P'_3.

(¹) Vedi anche in *L'Electrotecnica*, n. 32 del 15 novembre 1920, vol. VII, pag. 585: M. Schenkel - Un nuovo metodo per la produzione di corrente continua ad alta tensione.

Quando K è al potenziale $-V$ e K' al potenziale $+V$, tenendo conto della conduttività unilaterale delle valvole, si ha che debbono trovarsi al potenziale $+V$, oltre P_1 e P'_0, anche P_2 e P_3 e al potenziale $-V$, oltre P_0 e P'_1, anche P'_2 e P'_3. Si rileva subito che la carica positiva di P_3 rispetto a P'_3 e quindi anche il corrispondente potenziale non possono diminuire, altro che per effetto del circuito di scarica o di utilizzazione, perchè le valvole Z_1 e Z'_1 permettono solo la carica e non la scarica. Quanto ai condensatori C_0 e C'_0 essi non possono scaricarsi sul circuito di alimentazione, perchè vi si oppongono le valvole Z_0 e Z'_0, ma dopo mezzo periodo dall'istante considerato, quando cioè K è a $+V$ e K' a $-V$, il potenziale positivo di P_2 rispetto a P_0 si somma con quello di K, e carica, attraverso Z_1, il condensatore C_1 a un potenziale superiore a V. A regime, se la erogazione di corrente raddrizzata da P_3 a P'_3 è trascurabile, il potenziale di P_3 si eleva fino a fare equilibrio, negli istanti in cui K è a $+V$, al potenziale di K sommato con quello $2V$ a cui si è caricato C_0 nel semiperiodo precedente. Il potenziale di P_3 raggiunge pertanto $3V$ ossia la tensione continua ottenuta per raddrizzamento è pari a tre volte il valor massimo della tensione alternativa di alimentazione. (In figura sono stati segnati i due condensatori C_1 e C'_1 per simmetria e per riferire i potenziali al punto neutro P_{33}; naturalmente essi possono essere sostituiti da un unico condensatore).

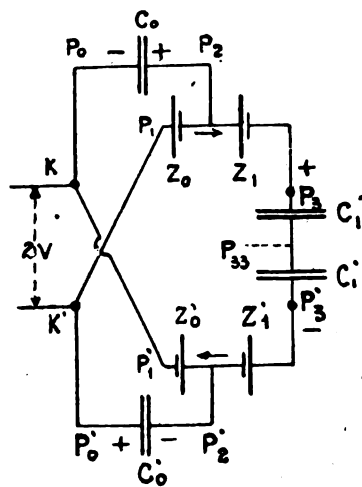



Fig. 1.

L'A. propone anche altri schemi di circuiti raddrizzatori, che permettono di conseguire un più elevato rapporto fra tensione continua e tensione alternativa e riferisce alcuni risultati sperimentali.

Cl. Ca.

* *

TRAZIONE E PROPULSIONE.

A. MAFFEZZOLI — **Abaco pel calcolo della potenza dei motori a scoppio a quattro tempi.** (Rivista dei Trasporti, n. 1, gennaio 1920, vol. XII, pag. 3).

Con R. Decreto 6 ottobre 1919 n. 2083, per la determinazione della potenza dei motori a scoppio a quattro tempi, dei veicoli a trazione senza guida di rotaie, fu stabilita la formula $N'_e = 0{,}087\,82\; n\; V^{0.6541}$ ove N'_e è la potenza in HP n il numero dei cilindri, V la cilindrata in centimetri cubici. Per i motori a quattro cilindri, di gran lunga i più diffusi, si ha quindi $N_e = 0{,}35128\; V^{0.6541}$ Esprimento V in funzione del diametro e della corsa del pistone ed applicando alla formula l'artificio dell'anamorfosi logaritmica, indicato dal Lalanne, si ottiene una equazione della forma $y = a\,x + b$ dove in a figura il diametro D ed in b la corsa L. Al variare di a e di b si ha quindi un fascio di rette parallele costituenti un abaco il quale, con una opportuna graduazione degli assi, permette direttamente la lettura della potenza N_e in funzione di D ed L.

*

A. MAFFEZZOLI — **Sul calcolo delle percorrenze.** (Rivista dei Trasporti, n. 7, luglio 1920, vol. XII, pag. 74).

Il calcolo delle percorrenze nelle ferrovie a trazione elettrica può farsi partendo dalla caratteristica meccanica del locomotore ed introducendo il concetto di *lunghezza virtuale rispetto al tempo*. Se V_0 è la velocità in km/ora su una livelletta rettilinea ed orizzontale e V_1 la velocità che il treno assume su una livelletta di lunghezza l_1, in determinate condizioni di tracciato, la lunghezza virtuale di detta livelletta rispetto al tempo è $l_0 = l_1 \frac{V_0}{V_1}$. Indicando con x il coefficiente di maggiorazione $\frac{V_0 - V_1}{V_1}$ si ha $V_1 = \frac{V_0}{1+x}$. Si può quindi con quest'ultima relazione, costruire per valori successivi di x 0,10, 0,15, 0,20 . . . . la curva $V = f\,(x)$, che è evidentemente un'iperbole.

Si costruiscano ora le due curve $f = f\,(V)$ ed $r = f\,(V)$ dello sforzo per unità di peso del treno e della resistenza unitaria in funzione della velocità per la corsa su livelletta orizzontale e rettilinea. Dal complesso delle tre curve se ne può dedurre una quarta, che dà il valore $f - r$ in funzione di x. Ciò posto si osservi che se i è la pendenza in m/m per metro ed R la resistenza in kg per tonnellate in curva, nello stato di regime si ha: $i + R = f - r$. Per ogni particolare livelletta l_1 si calcola quindi la somma $i_1 + R_1$ e sulla linea $(f - r) = f\,(x)$ si trova, in corrispondenza a tale valore, il valore del coefficiente di maggiorazione x_1. Il tempo impiegato a percorrere la livelletta l_1 è, in secondi: $T_1 = \frac{3600}{V_0}\, l_1\, (1 + x_1)$. Per un intero tratto di linea si ha $T = \frac{3600}{V_0}\, \Sigma\; l\,(1 + x)$. Per tenere conto degli avviamenti e delle frenature si può calcolare il perditempo relativo $\frac{V_0}{2\,\alpha}$ e $\frac{V_0}{2\,\beta}$ essendo α e β l'accelerazione e la decelerazione riferite ai due periodi variabili in orizzontale. Fra due fermate successive la percorrenza risulta quindi: $T = \frac{3600}{V_0}\; \Sigma\; l\,(1 + x) + \frac{V_0}{2}\; \frac{\alpha + \beta}{\alpha\,\beta}$.

*

A. MAFFEZZOLI — **Sulle lunghezze virtuali.** (Rivista dei Trasporti, n. 9, settembre 1920, vol. XII, pag. 98).

Moltissimi autori si sono occupati delle lunghezze virtuali e fra essi più recentemente il Mutzner, che stabilisce come coefficiente virtuale il rapporto tra il carico rimorchiato sulla pendenza zero e quello sulla pendenza i. E' facile dimostrare che si può pervenire a tale coefficiente del Mutzner quando si definisca come *lunghezza virtuale* di una linea la lunghezza di una linea ideale supposta rettilinea ed orizzontale, sulla quale il costo dell'unità di trasporto (tonnellata) sia uguale al costo che si ha sulla linea reale.

Indicando con δ il rapporto fra peso aderente della locomotiva e peso totale (compreso il tender) con f il coefficiente di aderenza, con r la resistenza unitaria alla trazione (r_0 in piano r_i sulla pendenza i) si ha:

$$\alpha = \frac{Q_0}{Q_i} = \frac{(1000\, f\frac{\delta}{r_0} - 1)\,(r_i + i)}{1000\, f\,\delta - (r_i + i)} \tag{1}$$

Tale coefficiente che esprime il rapporto fra il carico rimorchiabile in piano Q_0 e quello sulla pendenza i Q_i) suppone implicitamente la variazione continua del carico Q_i al variare di i, e pertanto non risponde alle condizioni reali dell'esercizio ferroviario nel quale il carico rimorchiabile è determinato per ogni tratto dalla pendenza massima i_m. Introducendo tale pendenza si ha un coefficiente particolare α' che può definirsi *coefficiente virtuale riferito alla pendenza massima*. Per passare da tale coefficiente particolare ai coefficienti virtuali veri e proprii conviene moltiplicare α' pel rapporto $\frac{r_i + i}{r_{im} + i_m}$. I detti coefficienti hanno perciò l'espressione:

$$\alpha_i = \frac{(1000\, f\frac{\delta}{r_0} - 1)\,(r_i + i)}{1000\, f\,\delta - (r_{im} + i_m)} \tag{2}$$

Assumendo per δ il valore medio 0,512 (dedotto dalle più recenti locomotive per merci delle F. S.) e ponendo $f = 0{,}14$, $r_0 = 2{,}8$, si ha per la trazione a vapore:

$$\alpha_i = \frac{24{,}6\,(r_i + i)}{71{,}7 - (r_{im} + i_m)}$$

Per la trazione elettrica invece si ha:

$$\alpha_i = \frac{33{,}78\,(r_i + i)}{120 - (r_{im} + i_m)}$$

In quest'ultimo caso, qualora vi sia il ricupero, il coefficiente α_i va moltiplicato pel coefficiente di riduzione $\beta = \frac{1}{1 + \frac{\Delta E}{E}}$ essendo $\frac{\Delta E}{E}$ il risparmio percentuale di energia ammissibile col sistema adottato.

Se nella (1) si introducono i valori di δ, f ed r adottati nella formola delle Convenzioni ferroviarie italiane, ed in quest'ultima formola si suppone la variazione continua del peso lordo del treno, le due formole si identificano. Difatti partendo dalle due dette formule si ha la stessa espressione del coefficiente di maggiorazione $m = \alpha - 1 = \frac{5\,i - 50}{74 - i}$.

Gli stessi valori di δ f ed r introdotti nella (2) danno coefficienti virtuali pressochè uguali a quelli forniti dalla formola delle Convenzioni ferroviarie, il che dimostra che tanto quest'ultima formola quanto la nuova ora proposta e data dalla (2) sono razionalmente dedotte.

:: · :: :: CRONACA :: :: ::

APPLICAZIONI VARIE.

Concentratore elettrico per acido solforico. (Scientific American Monthly, gennaio 1921). — L'esperienza di parecchi mesi ha dimostrato il vantaggio di impiegare il concentratore elettrico nella fabbricazione dell'acido solforico, dove si disponga di corrente elettrica a prezzo relativamente basso.

Questo concentratore consiste in una vasca di muratura resistente all'acido, in cui sono disposti due elettrodi di ferro resistente all'acido, distanti l'uno dall'altro da 60 a 90 centimetri, e regolabili. La vasca è disposta in modo che il livello può essere abbassato o alzato, e fra gli elettrodi è interposto un diaframma di muratura resistente all'acido. L'acido diluito entra nella vasca da una estremità in vicinanza dell'elettrodo, scorre sopra il diaframma ed esce dall'altra estremità. La corrente elettrica fra gli elettrodi attraversa il sottile strato di acido che scorre sul diaframma, e riscalda questo strato sottile fino al punto in cui l'acqua viene rapidamente evaporata [1].

E. C.

CONGRESSI.

Congresso Nazionale di Aeronautica 1921. — Dal 6 al 9 Giugno p. v. si terrà in Torino un Congresso Nazionale di Aeronautica per il quale la Direzione delle Ferrovie concede la riduzione del 40% sulle tariffe vigenti ai partecipanti, regolarmente inscritti.

Il Congresso sarà diviso in quattro Sezioni: Apparecchi e Motori; Applicazioni diverse, Legislazione, Imprese aeree ed organizzazione.

Per le comunicazioni in argomento, che saranno poi raccolte in apposita pubblicazione, comunicare il titolo del tema scelto non più tardi di 10 giorni prima dell'apertura del Congresso, al Comitato Organizzatore Congresso Nazionale Aeronautica 1921, Galleria Nazionale, Scala B — Torino.

Copia del regolamento è a disposizione dei soci, presso la Sezione di Milano dell'A. E. I.

ELETTROFISICA.

Valvola a gas. — Se due elettrodi di platino sono tenuti in una fiamma Bunsen così da essere egualmente riscaldati e si applica ad essi una d. d. p. continua, il gradiente di potenziale fra gli elettrodi non è uniforme, ma vi è una forte caduta presso il catodo, dove gli *ioni* negativi sono scarsi. Se particelle di alcuni sali, o anche pezzi di ceralacca (che contiene calce), sono messi sul catodo (formando una specie di catodo Wehnelt), questo emette elettroni, il gradiente diviene più uniforme e la corrente attraverso la fiamma diventa più intensa. Questa corrente si può regolare agendo sull'emissione di elettroni, con lo stesso artificio usato nelle valvole termoioniche, ossia ponendo un terzo elettrodo, a griglia o a filo, fra i due altri. Ciò risulta da esperimenti descritti da C. W. Heaps nella Physical Review di settembre 1920. Egli, con opportuni artifici, ottenne amplificazioni di corrente di 100 volte, in potenti fiamme di gas, e trovò che, mediante un interruttore nel circuito esterno, si poteva interrompere o chiudere il circuito nella fiamma in 0,019 sec. Tuttavia la corrente era debole e le fiamme di gas non restavano facilmente ferme. Ciò rende poco probabile la sostituzione della valvola a gas alle ordinarie termoioniche, pur essendosi essa dimostrata capace di costituire un sensibile rivelatore d'onde elettromagnetiche.

e. m. a.

[1] Ricordiamo che dell'argomento si è già occupato anni or sono il nostro Prof. Pagliani. Vedasi questo giornale, 1917, pag. 471 (N. d. R.)

ELETTROMETALLURGIA.

Forno elettrico a resistenza per minerali di zinco. - (The Engineer 7-1-21) — Un sistema studiato dal prof. C. H. Fulton per il trattamento dei minerali di zinco, utilizza un nuovo tipo di forno a resistenza. Il minerale di zinco ossidato o il concentrato di zinco calcinato viene mescolato con coke sminuzzato e catrame, e foggiato in blocchetti di 23 cm di diametro e 53 cm di lunghezza. I blocchetti costituiscono dei conduttori, e la seconda operazione del processo consiste nel riscaldarli mediante una corrente elettrica fino a provocare la distillazione dello zinco. Durante l'operazione i blocchetti vengono ricoperti con una storta mobile, e il vapore di zinco e l'ossido di carbonio vengono condotti ad un condensatore nel quale lo zinco si condensa. Interponendo fra gli elettrodi terminali parecchi blocchetti, si può costituire un forno di grande capacità. Quantunque si possa impiegare corrente continua, è preferibile la corrente alternata per la facilità di regolare la tensione per mezzo di trasformatori. Un forno in servizio a East St. Louis tiene una carica di 36 blocchetti distribuiti in dodici colonne di tre ciascuna, disposte sopra un circolo e alimentate da un circuito trifase, con quattro colonne in ciascuna fase e con collegamento a stella. La carica del forno è di circa 1400 kg e la quantità di minerale di circa kg 770. La distillazione dura circa 6 ore; il tempo totale, compresa la carica e la scarica, è di otto ore, ossia si possono trattare tre cariche in 24 ore, con una capacità giornaliera di circa 2300 kg di concentrato di zinco. E' allo studio un forno più grande capace di contenere 19 blocchetti di 270 kg ciascuno, con una capacità giornaliera di circa 8,5 tonn di concentrato di zinco.

E. C.

★

Nuovo tipo di forno elettrico - (The Engineer 7-1-21). — Un nuovo tipo di forno elettrico, che è stato recentemente introdotto in America, è conosciuto sotto il nome di forno ad arco a repulsione di Von Schlegell. Due elettrodi sono sospesi nella camera del forno, tenuti vicini presso il focolare per mezzo di pesi regolabili. Appena la corrente passa, la repulsione fra gli elettrodi allontana le due estremità dando origine all'arco. La stessa repulsione spinge l'arco in basso verso la carica del forno. Essendo gli elettrodi pressochè paralleli, nella posizione di funzionamento, il loro consumo e la fusione della carica non influiscono sulla posizione relativa delle loro estremità. E' evidente che qualunque altra variazione viene immediatamente compensata per il fatto che qualunque diminuzione della corrente permette alle estremità degli elettrodi di avvicinarsi fra loro, e se per una ragione qualsiasi l'arco si interrompe, esso si ristabilisce immediatamente. Pare che con questo dispositivo si ottenga un funzionamento insolitamente regolare. Tre forni di questo tipo sono in servizio per la fusione di metalli non ferrosi, ed uno per la produzione di acciaio all'alluminio.

E. C.

IMPIANTI.

Utilizzazione della lignite in America. — Fin dal 1918 il Governo degli S. U. cercò di sorvegliare il consumo dei vari combustibili, ma, nonostante la soppressione di molti impianti non indispensabili, s'impose la utilizzazione di nuove categorie di combustibile naturale. Furono esaminate perciò le varie miniere di lignite in California, ma le ricerche non ebbero, per varie ragioni, risultati incoraggianti, tranne che per la miniera di Jone, già sfruttata in altri tempi, per le locomotive, prima della scoperta di miniere di olio e di carbone. Essa poteva dare 500 tonn al giorno. Fu ritenuto che la lignite si dovesse disseccare, ma-

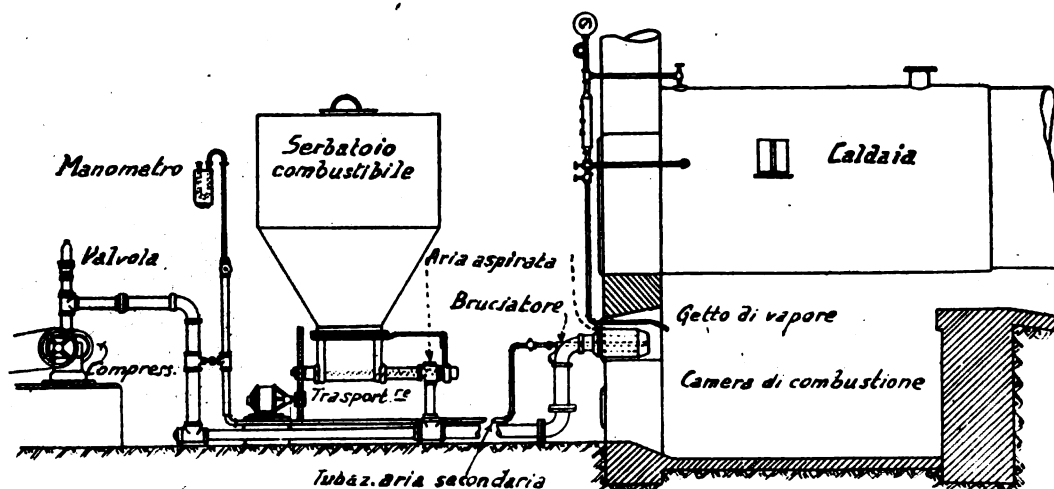



Fig. 1.

cinare e polverizzare per la combustione con corrente d'aria. La polverizzazione elimina l'inconveniente che si ha sulle grate, quando le ceneri circondano il combustibile, impedendone il contatto con l'aria. Inoltre, mentre la lignite solida, con molta parte volatile, esige per la combustione grande quantità d'aria, quella polverizzata, con minor quantità d'aria dà rendimento maggiore e permette accurata regolazione. Un'impianto di prova fu creato a S. Francisco, con caldaia da 50 cavalli e polverizzatore Buell-Santmyer. La lignite, col 40% di umidità, era esposta all'aria secca per 7 giorni, in cima ai pozzi, e poi, in carri aperti, era mandata a S. Francisco, dove l'analisi dava i seguenti risultati:

		Appena giunta	Disseccata
Umidità	%	22,44	00,00
Parte volatile	»	43,37	54,60
Carbonio	»	40,41	26,32
Ceneri	»	14,70	19,08
Potere calorifico per Kg.		51,85	66,84

Il combustibile ridotto in pezzi di circa mm 12, viene prosciugato in essiccatoi ad azione semi-diretta, fino a ridurre l'umidità al 6%, perdendosi circa 1/6 del peso, col consumo di 23 kg di lignite polverizzata per tonn di prodotto secco. La temperatura interna è di 121° C, e non deve essere superata per evitare combustioni spontanee ed esplosioni. Dopo di ciò la lignite viene polverizzata, separata dall'aria e messa in serbatoi di cemento. Uno degli inconvenienti attribuiti alla lignite era quello della combustione spontanea dopo pochi giorni di conservazione, cosa che è stata smentita dall'esperienza.

La lignite polverizzata cade dal serbatoio nel condotto dove un trasportatore a chiocciola la porta nella camera di miscela, in cui essa penetra dopo di aver incontrata una corrente d'aria compressa che, oltre a servire pel trasporto, fornisce il 40% della quantità necessaria per la combustione; il resto è aspirato da un'apertura verso l'ambiente (figura 1).

All'esterno della tubazione principale, sbocca un secondo tubo d'aria compressa che agisce sulla massa principale di aria compressa e lignite in polvere come regolatore dell'ampiezza della fiamma, che un getto di vapore fa piegare verso la parte inferiore della camera di combustione. L'eccesso d'aria nelle prove era di circa il 15%. Per rimuovere la cenere e asportarla furono installati un ventilatore all'estremo anteriore, e un collettore di ceneri all'altro estremo, presso la porta di pulizia; apparecchi di misura furono opportunamente sistemati. I risultati furono soddisfacenti. Circa 9 kg d'acqua a 100° si vaporizzano bruciando 1 kg di lignite secca, con temperatura media di 1260° nella camera di combustione o di 288° nei gas di uscita col 14% di CO_2, il vuoto in fondo alla camera era di mm 5.

Il 50% delle ceneri sfugge in sospensione nei gas, il 3% resta nei tubi, ed è rimosso dal ventilatore, il 47% è raccolto nel collettore e si trova ricco di silice e contenente il 0,005% di carbonio incombusto. Dopo queste prove, vari impianti sono stati creati per utilizzare la lignite in California.

e. m. a.

★

Apparecchio ritardatore per interruttori elettrici. - (Engineering, 28-1-21). — La Electrical Apparatus Co. Ld. ha messo recentemente in commercio un tipo semplice e interessante di apparecchio ritardatore per interruttori automatici e apparecchi analoghi.

Come risulta dalla figura, la parte mobile è costituita da un tubo ermeticamente chiuso, di materiale non magnetico, contenente un cilindro

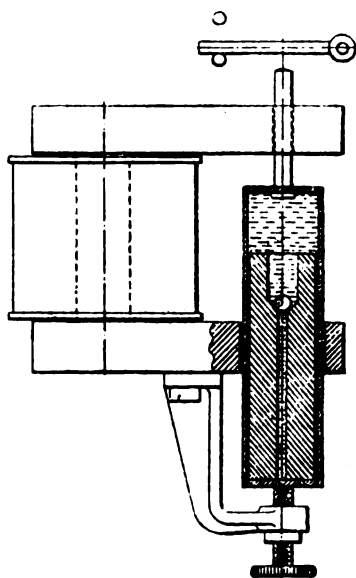



Fig. 1.

di ferro dolce. Il tubo è riempito d'olio e il cilindro vi scorre con un giuoco più o meno grande a seconda delle condizioni a cui l'apparecchio deve corrispondere. Questo tubo può costituire il nucleo di un solenoide, oppure può attraversare l'espansione polare di un elettromagnete, come in figura. In ogni caso esso viene disposto in modo che il cilindro di ferro si trovi in una parte relativamente debole del campo che si stabilisce quando il circuito della bobina è chiuso; l'effetto di questo campo consiste anzitutto nel sollevare lentamente il cilindro entro il tubo, mentre l'olio passa dalla estremità superiore a quella inferiore attraverso il giuoco fra il cilindro e la superficie interna del tubo. A misura che il cilindro sale in una regione in cui il campo è più intenso, la forza dalla quale è sollecitato cresce e con essa cresce la sua velocità, fino al momento in cui la resistenza dell'olio al movimento del cilindro è tale da sollevare il tubo col suo contenuto finchè l'appendice applicata alla sua estremità superiore chiuda un contatto producendo l'effetto voluto. Quando la corrente nel solenoide o nella bobina dell'elettromagnete viene interrotta, il cilindro ricade con una velocità relativamente grande, poichè l'olio può fluire verso l'alto attraverso un foro praticato lungo l'asse del cilindro, mentre il flusso in senso opposto, durante la salita del cilindro, è impedito da una valvola a sfera.

La durata dell'azione ritardatrice può essere regolata durante la costruzione fra una frazione di secondo e parecchi minuti impiegando olio di maggiore o minore viscosità, oppure variando il giuoco attorno al cilindro. Si può inoltre regolare l'apparecchio in servizio, entro limiti abbastanza estesi, alzando o abbassando la posizione iniziale del tubo per mezzo della vite rappresentata in figura, ed anche variando la corrente nella bobina. Le caratteristiche più vantaggiose dell'apparecchio sono costituite dalla sicurezza e dalla regolarità del suo funzionamento, dovute al fatto che l'olio, essendo contenuto in un tubo ermeticamente chiuso, non può disperdersi o evaporarsi, nè può essere contaminato da impurità. Non vi è ragione perchè l'apparecchio non possa funzionare per parecchi anni senza manutenzione di sorta.

E. C.

MECCANICA.

Determinazione dello spessore del lubrificante nei cuscinetti. — Nel laboratorio di macchine della Phys. Techn. Reichsanstalt *V. Vieweg* ha recentemente eseguito una interessante ricerca sul comportamento dei perni, durante la rotazione entro cuscinetti a lubrificazione

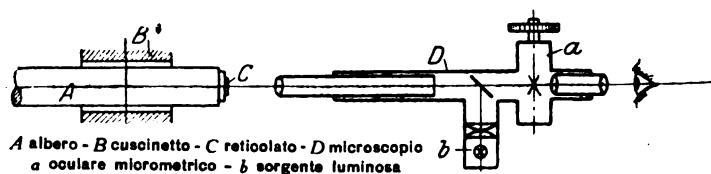



Fig. 1. — Schema del dispositivo di misura.

ordinaria e ad asse orizzontale (Archiv. f. El. 1920 vol. 8, pag. 364). Allo stato di riposo il perno e il cuscinetto sono in intimo contatto per mezzo delle inevitabili asperità delle loro superficie. All'inizio del movimento il perno deve leggermente sollevarsi, e per piccole velocità le

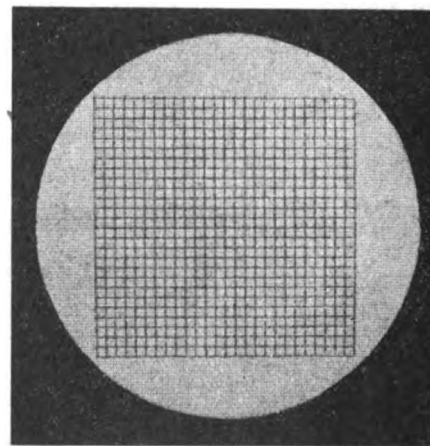



Fig. 2. — Reticolato in riposo.

due superficie solide continuano a toccarsi per le loro sporgenze, così che l'asse subisce anche un piccolo spostamento laterale in senso opposto alla direzione di rotazione della sua faccia inferiore (attrito semifluido). Col crescere della velocità si raggiunge una condizione critica, in cui lo strato di lubrificante assume un tale spessore da provocare il completo distacco delle due faccie solide. Crescendo ancora la velocità, il perno si solleva ulteriormente e si sposta orizzontalmente nel senso del moto (puro attrito fluido).

Si tratta naturalmente di spostamenti molto piccoli, che nelle grandi macchine raggiungono al massimo 200 μ. Per osservarli il Vieweg ha studiato un ingegnoso metodo ottico, di cui lo schema è indicato in fig. 1. Sulla testa del perno viene fissata una lamina metallica speculare, su cui è tracciato un reticolato con quadrettatura di

lato 2 ÷ 4 μ (fig. 2). Quando il perno ruota e la testa è ben illuminata con luce diffusa, il reticolato apparisce come nelle fig. 3 o 4, ciascuna delle quali permette di individuare con grande esattezza la traccia dell'asse istantaneo di rotazione, e di misurarne quindi gli spostamenti con l'aiuto del micrometro oculare *a*.

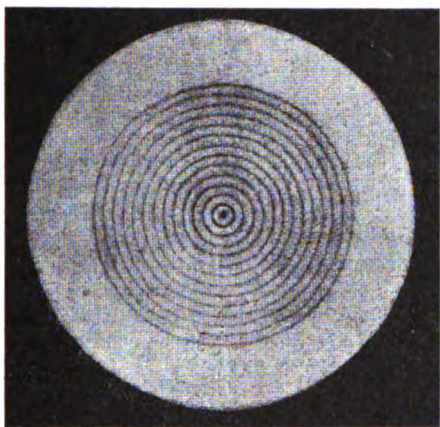



Fig. 3. — Reticolato in rotazione quando l'asse passa per uno degli incroci.

Questo metodo ottico consente di apprezzare spostamenti anche inferiori ad 1 μ e di studiare quindi il comportamento dei perni rispetto ai cuscinetti con diversi lubrificanti e a diverse temperature, determinando anche lo spessore medio delle asperità superficiali. Il

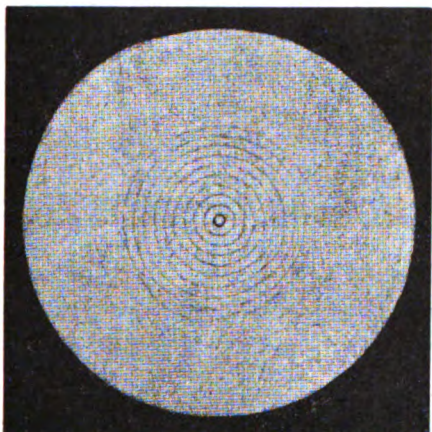



Fig. 4. — Reticolato in rotazione quando l'asse passa per il centro di una delle maglie.

passaggio dall'attrito semifluido al puro attrito fluido si avverte nettamente, perchè è accompagnato dalla scomparsa del rapido moto vibratorio dell'asse di rotazione, che diviene da quell'istante stabile e ben definito. Questo metodo potrà riuscire utile anche per l'esatta determinazione dell'asse di rotazione nelle prove di bilanciamento.

TRAZIONE.

Effetti eccezionali di un corto circuito sulla terza rotaia - (Electric Railway Journal, 19-2-921). — Un recente deragliamento occorso sulla Northwestern Elevated Railroad di Chicago diede luogo a un corto circuito così violento da provocare uno spostamento della terza rotaia per un lungo tratto di linea. Dovendosi eseguire dei lavori di riattamento ad uno dei binari, che restava provvisoriamente fuori servizio, venne aumentata la capacità di alimentazione dell'altro binario, connettendo solidamente tra di loro quattro sezioni di feeders. All'atto del deragliamento il carrello della vettura in testa mise a terra non solo la terza rotaia, ma anche i cavi d'alimentazione capaci di una corrente normale di 30 000 Ampère. L'elettricista di servizio della sottostazione tentò di chiudere tre volte gli interruttori di macchina apertisi all'atto del corto circuito ma non vi riuscì. La corrente prodotta dal corto circuito nella terza rotaia e nei cavi d'alimentazione fu così enorme, che in causa delle sollecitazioni dinamiche eccessive la terza rotaia si inflesse in parecchi tratti della linea e anzi in tre punti essa venne curvata e spostata violentemente oltre la mezzaria del binario, staccando o rompendo gli isolatori di sostegno. Nel punto più lontano in cui avvenne questo fenomeno, distante circa 1,2 Km dal luogo del corto circuito, dopo oltre un'ora la terza rotaia era ancora calda.

(e. s.)

★

Sistema automatico di blocco ferroviario - (The Engineer, 25 febbraio 1921). — Il più recente fra i molti sistemi automatici esperimentati sulle ferrovie americane per il controllo della velocità e dei movimenti dei treni, è stato sottoposto a prova sopra un tronco di circa 6 miglia della Cincinnati, Indianopolis and Western Railroad, comprendente otto sezioni consecutive di blocco, montate con segnali elettrici automatici con semafori a tre posizioni. Il sistema può tuttavia funzionare senza segnali lungo la linea. Esso è basato sul principio del circuito chiuso ed è del tipo a contatto elettrico intermittente, impiegando rotaie di contatto di 18 m ed una lunghezza di contatto di 12 m. La locomotiva ha una valvola di freno automatica e lampade di segnalazione per il funzionamento dei freni. Essa ha inoltre un dispositivo di regolazione della velocità, il quale chiude i freni fino a che la velocità non si sia ridotta ad un valore prestabilito. Entrando in una sezione bloccata con segnale di rallentamento, si agisce sul freno in due modi, riducendo automaticamente la velocità al valore voluto; il macchinista può allora aprire i freni, ma essi tornano ad agire se egli supera il limite stabilito. Se il treno entra in una sezione bloccata con segnale di pericolo, l'arresto automatico agisce sui freni con prontezza sufficiente per arrestarlo in una piccola distanza. Il diagramma del registratore di velocità, mostra il funzionamento del sistema. Gli apparecchi per la regolazione della velocità e per l'arresto automatico sono indipendenti, in modo che un inconveniente nell'uno non ha influenza sull'altro. Per la regolazione della velocità il macchinista può aprire i freni stando in macchina, ma quando abbia funzionato l'arresto automatico, egli deve scendere a terra per aprirli.

E. C.

VARIE.

Gli effetti dell'ora legale negli Stati Uniti di America. (R. G. E. 18-12-20). — Dalla relazione presentata da Preston S. Millar alla Commissione dell'illuminazione degli Stati Uniti risultano le seguenti interessanti notizie.

Nel 1918 e nel 1919 il regime dell'anticipo di un'ora è durato negli Stati Uniti dal 1° aprile al 31 ottobre, e quello dell'ora normale dal 1° novembre al 31 marzo.

Dalle statistiche relative alle centrali elettriche a vapore e alle officine di gas risulta che l'economia annua di carbone dovuta all'adozione dell'ora legale si può ritenere di 170 000 tonn per le centrali elettriche e di 272 000 tonn per le officine di gas, ossia complessivamente di 442 000 tonn corrispondenti ad un'economia di circa 100 milioni di franchi all'anno.

Di fronte a questa economia di combustibile sta però la perdita ben maggiore di circa 5 miliardi di franchi all'anno, dovuta ai disturbi che l'adozione dell'ora legale arreca a tutte le industrie agricole ed in particolar modo alla orticoltura e all'industria del latte.

E. C.

★

L'effetto della corrente elettrica sulla muratura. (E. T. Z. 24-2-21). — Le prolungate ricerche di Rosa, Mc. Collum e Peters nel Bureau of Standards di Washington, hanno stabilito che il cemento armato umido e caldo viene danneggiato dalla corrente poichè al polo positivo il cemento si sgretola per la formazione dell'ossido e al polo negativo il cemento diventa molle e friabile. Si presenta questo pericolo quando la caduta di tensione supera 20 volt per centimetro. Secondo un articolo recentemente pubblicato, anche la muratura risultò danneggiata dall'infiltrazione della corrente in un impianto a 220 volt. Nel punto del guasto si formò un deposito contenente 5,56% di ossido idrato di sodio e 60,51% di carbonato di sodio. Anche il mattone risultò decomposto fino alla profondità di 25 cm. Alla distanza di 1 m un campione prelevato di malta conteneva soltanto 2,4% di ossido idrato di sodio, il che si può considerare come normale.

E. C.

★

La fotografia per mezzo della fluorescenza. - (Engineering, 11 marzo 1921). — La fotografia, e specialmente quella con luce monocromatica, rivela frequentemente dettagli che sfuggono all'occhio, e molte falsificazioni di documenti vengono scoperte con questo mezzo. Anche le prove chimiche sono utili per questo scopo, ma poichè esse guastano i materiali ai quali vengono applicate, non possono usarsi, per es. per l'esplorazione dei palinsesti. Questi documenti vengono invece fotografati, spesso con luce monocromatica o con luce ultravioletta, per ricercare la scrittura originale. R. Kögel nell'antica abbazia benedettina di Wessobrunn, nella Baviera settentrionale, trovò che la fotografia per fluorescenza è anche più efficace che la fotografia con la luce ultravioletta. E' una specie di processo negativo; la pergamena gialla o bruna diventa fluorescente (come molte sostanze organiche) quando è illuminata dai raggi ultravioletti di una lampada a mercurio in quarzo, mentre l'antico inchiostro in generale non diventa fluorescente. Quindi la pergamena brilla nella luce ultravioletta, mentre la primitiva scrittura, scancellata e invisibile a occhio, rimane scura. Il grasso e gli altri ingredienti impiegati nella preparazione della pergamena non affievoliscono il contrasto nella maggior parte dei casi. La fotografia per fluorescenza richiede in pratica un condensatore e un sistema ottico speciale.

E. C.

NORME, LEGGI, DECRETI E REGOLAMENTI

Notificazioni della Physikalisch Technische Reichsanstalt circa le prove e i certificati relativi ai contatori elettrici da parte dei laboratorii di collaudo. (E. T. Z. 10 febbraio 1921).

In forza del § 10 della legge 1° giugno 1898, relativa alle unità di misura elettriche, colla data del 1° gennaio 1921 andranno in vigore le seguenti prescrizioni per i certificati dei contatori elettrici: colla stessa data si intenderà annullato il § 14 del regolamento per le prove degli apparecchi di misura pubblicato dalla *Physikalisch-Technische Reichsanstalt*.

I.

Tolleranze ammesse per i contatori per corrente continua.

Un contatore può ottenere il certificato se è di sistema ammesso dalla Reichsanstalt e se con una temperatura ambiente fra 15 e 20° C soddisfa alle condizioni seguenti:

a) La differenza fra il consumo indicato e il consumo effettivo, per carichi compresi fra il carico nominale ed un ventesimo di esso, non deve essere mai maggiore di

$$\pm F = 3 + 0,3 \frac{P_n}{P} \text{ per cento}$$

del consumo effettivo corrispondente.

Si denota con P_n il carico nominale del contatore
con P il carico che si considera.

Questa prescrizione si applica semprechè la potenza considerata non sia minore di 10 watt.

b) Se l'intensità di corrente nominale viene superata di x per cento, l'errore ammissibile può superare di $\frac{x}{10}$ per cento il valore risultante dalla formula riportata in *a*).

Questa prescrizione vale soltanto per intensità di corrente fino a 1,25 volte l'intensità di corrente nominale.

c) Il carico minimo col quale il contatore deve ancora avviarsi non deve superare 1 per cento del suo carico nominale.

d) Durante un periodo di tempo in cui non ha luogo consumo, il contatore non deve avanzare o retrocedere più di quanto corrisponde ad 1/500 del suo consumo nominale.

Questa prescrizione vale fino a tensioni superanti la tensione nominale di 1/10 del suo valore.

II.

Tolleranze ammesse per i contatori per corrente alternata.

Un contatore può ottenere il certificato se è di sistema ammesso dalla Reichsanstalt e se con una temperatura ambiente fra 15 e 20° C. soddisfa alle condizioni seguenti:

a) La differenza fra il consumo indicato e il consumo effettivo, per carichi compresi fra il carico nominale ed un ventesimo di esso non deve essere mai maggiore di

$$\pm F = 3 + 0,2 \frac{P_n}{P} + \left(1 + 0,2 \frac{I_n}{I}\right) tg\, \varphi$$

per cento del consumo effettivo corrispondente.

Si denota con
P_n il carico nominale del contatore;
P il carico che si considera;
I_n l'intensità di corrente nominale del contatore;
I l'intensità di corrente che si considera;
$tg\, \varphi$ la tangente trigonometrica dell'angolo il cui coseno è uguale al fattore di potenza; $tg\, \varphi$ deve considerarsi sempre positiva qualunque sia il senso dello spostamento di fase.

Nei contatori polifasi o a più fili, si deve prendere come intensità di corrente che si considera il valore medio aritmetico delle intensità di corrente che percorrono i singoli fili ad eccezione del neutro.

Con corrente monofase il fattore di potenza è il rapporto fra la potenza effettiva e quella apparente; nei sistemi a più fili si prende come base per il calcolo di $tg\, \varphi$, invece del fattore di potenza, il rapporto fra la potenza effettiva totale e la somma aritmetica delle potenze apparenti nelle singole fasi o nei singoli conduttori.

Queste prescrizioni non valgono per carichi con fattore di potenza minore di 0,2.

b), *c*), *d*). Per le tolleranze ammesse per intensità di corrente superiori a quella nominale, per l'avviamento, e per l'avanzo o la retrocessione valgono le stesse condizioni specificate in § 1 *b*), *c*), *d*). Le condizioni per l'avviamento valgono per carico non induttivo.

III.

Prescrizioni per i contatori uniti a trasformatori di misura.

1. — Un complesso di contatori e trasformatori di misura si ritiene approvato se i trasformatori di misura sono approvati a parte, se i contatori sono approvati come contatori con trasformatore (vedi IV), e se nell'unione degli apparecchi risultano soddisfatte le condizioni seguenti:

a) Non deve essere connesso nessun apparecchio oltre i contatori.

b) Ad un trasformatore di corrente può essere connesso un contatore per ogni 7,5 VA di portata. La resistenza totale dei conduttori di connessione secondarii non deve superare 0,15 ohm.

c) A ciascuna fase di un trasformatore di tensione può essere connesso un contatore per ogni 10 VA di portata; la resistenza dei conduttori fra un serrafilo del trasformatore di tensione e il contatore non deve superare 0,3 ohm.

2. — Per i contatori che vengono provati insieme coi corrispondenti trasformatori di misura, valgono le stesse prescrizioni specificate in II. Per l'approvazione occorre anche in tal caso che il sistema dei trasformatori di misura e dei contatori, oppure del loro complesso, sia ammesso dalla Reichsanstalt.

IV.

Tolleranze ammesse per i contatori con trasformatori di misura.

I contatori che, provati separatamente, devono costituire, collegati con trasformatori di misura approvati, un complesso di misura approvato (vedi III 1), saranno approvati se il loro sistema è ammesso dalla Reichsanstalt e se con una temperatura ambiente fra 15 e 20° C soddisfano alle condizioni seguenti:

La differenza fra il consumo indicato e il consumo effettivo, per carichi compresi fra il carico nominale ed un ventesimo di esso, non deve essere mai maggiore di

$$\pm F = 2 + 0,2 \frac{P_n}{P} + \frac{1}{2} \left(1 + 0,2 \frac{I_n}{I}\right) tg\, \varphi$$

per cento del consumo effettivo corrispondente.

Per il resto valgono le stesse prescrizioni specificate in II.

E. C.

:: LIBRI E PUBBLICAZIONI ::

ING. P. E. BRUNELLI (Prof. ord. nel Politecnico di Napoli) — *Le velocità critiche degli alberi*. — (Napoli - 1921 - Ed. R. Pironti — Un vol in 8° - pag. 167; fig. 25 — prezzo L. 22).

Veramente ben riuscita si può dire questa monografia su un argomento che dal solo titolo si palesa ai tecnici interessantissimo e difficile.

Una larga recensione di studi precedenti sullo stesso soggetto fu già pubblicata da questa Rivista (¹); ed a quella rimandiamo i lettori per la definizione e per la genesi delle velocità critiche. Aggiungiamo ora che nel nuovo volume sono esaminati alberi caricati al mezzo o in uno o più punti in qualunque posizione rispetto agli appoggi o agli incastri estremi; alberi caricati uniformemente, cavi e massicci; alberi di più campate, cioè con tre o quattro appoggi e con tratti a sbalzo o con spinta assiale; alberi di diametro variabile o con carico parziale, ecc. Per le moderne macchine rotanti ad alta velocità, elettriche ed a vapore, l'importanza di questo studio va continuamente aumentando, sia che si voglia farle lavorare al di sotto della velocità critica minima, sia che si voglia oltrepassare questa con opportuni artifici e stabilire il regime fra due velocità critiche superiori.

L'Autore è riuscito a dare un quadro sintetico e completo delle ricerche antiche e dei suoi importanti contributi personali, accrescendo di molto il numero dei casi analizzati e risolti con rigore, ed esponendo i metodi approssimati che permettono di determinare i valori pericolosi nei sistemi più complessi. A un ordine e ad un rigore scientifico ammirabili l'A. ha saputo accoppiare una chiarezza veramente rara, in ispecie in quel particolare campo di studi. Prevenendo le più spontanee domande, discutendo i probabili dubbi, e infine chiudendo la trattazione con esempi di soluzioni numeriche e grafiche, secondo i varî metodi prima esposti, l'A. non dimentica consigli pratici preziosi (quasi sempre trascurati dagli esperti verso i discepoli), come la scelta delle unità e delle scale dei diversi diagrammi, per evitare facili errori o inutili tentativi.

(¹) *L'Elettrotecnica*, vol. VI, 1919, pag. 807.

Il volume si legge con grande interesse e senza sforzo, ed ha il pregio non comune di lasciare il lettore completamente soddisfatto, per tutto quanto può desiderarsi nelle applicazioni tecniche circa il particolare problema trattato.

Una ricca bibliografia mette infine gli studiosi in grado di approfondire ulteriormente lo studio delle singole questioni.

G. Ra.

PUBBLICAZIONI RICEVUTE

— *Recommended Practise for Electrical Installations on Shipboard* (*Marine Rules*) — Prepared by the Marine Committee of the American Institute of Electrical Engineers — New York - December 1920 — Prezzo: 1 dollaro.

ING. PIETRO BONETTI. — *L'insidia solida e la sistemazione montana nei riguardi dei laghi artificiali.* (Estratto dal «Giornale del Genio Civile», marzo 1921 - Roma - Stabil. Tipo Litografico del Genio Civile).

— *Il porto di Milano e la sua zona industriale.* (Estratto dalla Rivista «L'Industria», n. 1, 1921 - Arti Grafiche Varesine — Varese).

EMIRICO VISMARA. — *Proposta di studi per una galleria sotto lo stretto di Messina.* — Comunicaz. al Congresso Geografico di Firenze, marzo-aprile 1921. (Milano - Tipo-Litogr. Turati Lombardi e C., via Rovello, 14 - 1921).

— *Gli impianti idroelettrici nel mezzogiorno d'Italia in relazione al problema della irrigazione.* — Comunicazione al Congresso Geografico di Firenze, marzo-aprile 1921. (Milano, Tipo-Litografia Turati, Lombardi e C., via Rovello, 14 - 1921).

CAV. ANTONIO MILANO — Diga mobile a ponte levatoio (Ivrea - Scuola Tipograf. Artigianelli, 1921).

Associazione Elettrotecnica Italiana

Eretta in Ente morale il 3 Febbraio 1910

Regolamento per il Premio Jona approvato dal Consiglio Generale nella seduta del 17 Aprile 1921.

1° Il Premio Jona consiste in una medaglia d'oro da conferirsi ogni anno od ogni biennio al miglior lavoro presentato all'Associazione nel periodo di tempo corrispondente.

Alla medaglia si provvede coll'intero reddito del lascito Jona di 5000 lire di Prestito Nazionale al 5%.

Il Premio sarà biennale finchè le condizioni del cambio non consentano il conferimento annuale.

2° Al Premio concorrono tutte le memorie lette o presentate nelle riunioni annuali o alle sezioni, durante l'anno solare (od il biennio) precedenti l'anno del conferimento. Sono esclusi dal concorso quei lavori il cui testo completo non pervenga alla redazione dell'«Elettrotecnica» entro il marzo successivo alla chiusura del concorso.

3° Entro l'aprile successivo al termine del biennio o dell'anno considerato, la redazione dell'«Elettrotecnica» trasmetterà alla Presidenza Generale, l'elenco completo dei consoci e dei lavori aventi diritto al concorso.

Il Consiglio Generale, nella tornata di primavera, eleggerà una giuria di cinque membri, per l'esame ed il giudizio dei concorrenti.

La giuria dovrà consegnare le sue conclusioni entro l'agosto. La medaglia sarà consegnata al premiato nell'Assemblea autunnale dei soci.

4° Chi abbia conseguito una volta il premio Jona rimane escluso dai successivi concorsi.

5° *Disposizione transitoria.*

La prima medaglia sarà conferita nell'Assemblea autunnale del corrente anno 1921 prendendo in considerazione tutti i lavori presentati all'Associazione nel biennio 1919-1920. Saranno esclusi i lavori il cui testo non fosse presentato alla Redazione dell'«Elettrotecnica» entro il 15 Giugno 1921. Per quest'anno, la nomina della giuria esaminatrice è deferita alla Presidenza Generale. La giuria dovrà essere nominata entro il Giugno, e concludere i suoi lavori entro l'agosto.

*

Propaganda per i Soci Vitalizî

La Sezione di Livorno ha diramato ai suoi Soci la seguente lettera che ci auguriamo dia buoni frutti e trovi una eco anche nelle altre Sezioni:

Livorno, li 8 Marzo 1921.

Egregio Consocio,

Il referendum svoltosi recentemente fra tutti i Soci, in occasione della elezione del Presidente Generale, ha condotto come Ella avrà rilevato, alla istituzione delle categorie di soci vitalizi e perpetui, per i quali sono previste, come quote minime da versarsi una volta tanto, le seguenti somme:

Socio vitalizio (individuale)	L. 2000
Socio perpetuo (collettivo)	L. 5000

E' superfluo che io attiri la sua attenzione sulla necessità da parte del nostro sodalizio di crearsi un patrimonio, il quale gli permetta di accrescere ancora la multiforme e benefica attività che esso svolge in favore di tutti i Soci e del Paese, gli consenta di intraprendere con la necessaria sicurezza iniziative di più lunga portata e gli conferisca infine un prestigio sempre maggiore presso il Governo e presso gli Enti pubblici e privati.

Il superbo esempio del Touring Club Italiano, insieme con quello delle maggiori corporazioni elettrotecniche straniere, ci indica la via da seguire. I vantaggi che a ciascuno di noi è dato di trarre dall'esistenza dell'A. E. I., così nei riguardi dello sviluppo tecnico del Paese e quindi delle possibilità professionali, come rispetto all'elevamento della nostra cultura e alla nostra partecipazione ai progressi tecnico-scientifici di tutto il mondo, sono molto notevoli e certo di gran lunga maggiori di quanto non apparisca ad un primo esame superficiale.

E' quindi ben giusto che si faccia da parte nostra ogni sforzo, ed eventualmente anche qualche sacrificio per dare un concreto appoggio finanziario all'Ente che riunisce tutti noi elettrotecnici in una sola famiglia. Se a tal fine può anche giovare l'usanza di istituire lasciti a beneficio dell'A. E. I., usanza a favore della quale ritengo opportuno svolgere un'attiva propaganda presso i Soci più facoltosi e di più larghe vedute, è tuttavia particolarmente necessario che la nuova lista dei soci vitalizi e perpetui accolga al più presto il maggior numero possibile di aderenti. Mi permetto pertanto rivolgerle, Egregio Consocio, la più calda raccomandazione e il più insistente invito a esaminare da parte sua tale possibilità con la più ferma intenzione di realizzarla.

Gradisca il mio cordiale e deferente saluto

Il Presidente
GIANCARLO VALLAURI.

Commissione per le Sezioni

Seduta del 17 Aprile 1921.

A complemento delle sommarie notizie già pubblicate, possiamo aggiungere le seguenti. Alla riunione parteciparono numerosi presidenti di sezione (Bordoni, Soleri, Trossarelli, Vallauri, Rebora, Ammirato, Verole) presieduti dall'ing. Del Buono con l'assistenza dell'ing. Bianchi. Il presidente generale propose l'istituzione di soci informatori dell'ufficio centrale, che dovrebbero riferire sull'attività della sezione e su tutte le notizie tecniche relative alla regione in cui la sezione ha sede. Propose altresì l'istituzione di Commissioni di Propaganda e a questo riguardo l'ing. Soleri riferì circa l'attivo e fruttuoso lavoro che si sta compiendo presso la Sezione di Torino.

Quanto ai lavori veri e propri delle sezioni l'ing. Rebora espose per sommi capi gli studi della Sezione di Milano in merito alle sollecitazioni del vento sui pali e sulle condutture aeree e furono rinnovati i voti in favore di un più intimo contatto fra le sezioni, di una circolazione delle letture più importanti, di un vivo interesse per le questioni tecniche locali ecc. Passando all'assetto della biblioteca centrale presso la Sezione di Roma si stabilirono nuove norme per meglio disciplinare la temporanea cessione dei periodici alle altre sezioni. Si trattò anche la questione dell'opera che l'A. E. I. può prestare in favore del collocamento dei suoi soci e si deliberarono alcuni provvedimenti per disciplinare l'inserzione gratuita ne «L'Elettrotecnica» così delle offerte come delle domande di impiego. Fu infine discussa anche la questione dei soci morosi e del versamento dei contributi, riconoscendo l'opportunità di riscuotere la rata in una sola rata annuale da versarsi al principio dell'anno, procedendosi poi per i morosi, dopo congrui intervalli di tempo e dopo avvisi generali e individuali, alla sospensione dell'invio delle pubblicazioni e poi alla dichiarazione di morosità e alla radiazione.

*

Notizie delle Sezioni

SEZIONE DI LIVORNO.

La sera del 28 aprile la Sezione si riunì nella sede sociale per ascoltare una relazione riassuntiva del presidente prof. G.

Vallauri sulla « *Protezione dei grandi impianti* ». Il conferenziere dichiarò di non aver voluto fare una comunicazione originale, bensì piuttosto una specie di recensione orale, riferendosi specialmente alle conclusioni finora note degli studi eseguiti in Germania in occasione della costruzione della grande rete bavarese a 100 kV. Trattò schematicamente di tutti i vari problemi relativi alla protezione, cercando di darne una classificazione razionale e di mettere in giusta luce i molteplici e vari dispositivi proposti. Accennò anche alle polemiche che tuttora sono vive su alcuni punti, specialmente riguardo alla spirale smorzatrice del Petersen, e più ancora riguardo ai sistemi selettivi destinati a isolare le parti di un impianto danneggiate da corti circuiti o da contatti a terra. La conferenza fu cordialmente applaudita e ad essa seguì un'amichevole conversazione, durante la quale parecchi soci ebbero a rilevare, fra l'altro, come non si possa ritenere conveniente spingere la complessità dei sistemi selettivi di protezione al di là di un certo limite, oltre il quale i vantaggi potrebbero dimostrarsi nell'effettivo esercizio del tutto illusori o addirittura negativi e come occorra quindi procedere con prudenza nell'accettare le numerose novità che in fatto di protezione vengono frequentemente annunciate dalle case costruttrici.

✦

La sera del 22 aprile la Sezione si riunì in numerosa assemblea nella sede sociale, sotto la presidenza del prof. *Vallauri*, per ascoltare la comunicazione del socio ing. Claudio Castellani sulla « determinazione analitica della tensione e della sezione più convenienti per una linea di trasporto di energia ».

L'Ing. Castellani si richiama agli studi precedenti fatti dal Prof. Motta nel 1910 (Monitore Tecnico) ed alla discussione iniziata con l'autorevole relazione della Commissione della Sezione di Livorno dell'A. E. I. al Convegno annuale e con la recente comunicazione sullo stesso argomento degli Ingg. Fascetti e Melinossi.

Tratta la quistione della scelta simultanea della tensione e della sezione più convenienti per una linea elettrica di trasmissione dal punto di vista puramente analitico e senza ricorrere all'ipotesi che la tensione più conveniente sia addirittura quella limite per effetto Corona.

Riferendosi ad una lunghezza di linea ed a una potenza da trasmettere tali che il prezzo degli apparecchi terminali non influisca sulla scelta degli elementi ricercati, esprime l'onere annuo come una funzione $F\ (s,\ E)$ delle due variabili indipendenti sezione del conduttore e tensione stellata di una linea trifase e ne ricerca il minimo con le note condizioni analitiche relative alle derivate prime e seconde della funzione.

Fa l'analisi dei termini di cui è composta la F (onere dovuto alle perdite Joule — alle perdite a vuoto e per effetto Corona — alla spesa per il conduttore — alla spesa per la palificazione — alla spesa per gli isolatori) che il progettista può esprimere in base ai metodi di calcolo ed ai materiali scelti.

Con vari esempi giunge a stabilire che tenendo conto di tutti gli elementi del problema si giunge a tensioni poco discoste da quella limite per effetto corona, superiori per forti potenze ed inferiori per piccole potenze da trasmettere.

Riporta un esempio per la potenza apparente di 25 000 kVA e, con i coefficienti ed i prezzi assunti a base, arriva a stabilire come più convenienti una tensione $E = 78$ kV ed una sezione $s = 114$ mm per una terna ai vertici di un triangolo equilatero di lato 350 cm.

La comunicazione è vivamente applaudita ed il presidente apre in merito la discussione. L'ing. *Fascetti* osserva che le formule scelte per esprimere il costo della palificazione e degli isolatori in funzione della sezione del conduttore e della tensione danno valori molto diversi da quelli effettivi e possono quindi condurre nel calcolo ad errori non accettabili. Ritiene cioè che non si possa ricorrere a trattazioni analitiche generali, quando le funzioni che dovrebbero esprimere certe grandezze in rapporto ad altre non hanno un grado di approssimazione sufficiente. Si riserva di dimostrare come non sia mai conveniente andare al di sopra della tensione critica per effetto corona anche considerando il problema dal solo punto di vista puramente matematico.

L'Ing. *Melinossi* non crede che si possano esercire linee con tensioni superiori a quella critica e nota che le perdite per effetto corona su linee già costruite sono maggiori di quelle date dalla formula di Peek; domanda perchè si è tenuta la distanza fra i conduttori come un dato del problema.

L'Ing. *Castellani* mentre si riserva di rispondere alle osservazioni dell'Ing. Melinossi, risponde all'Ing. Fascetti che negli esempi citati egli si è riferito, per esprimere la spesa del ferro, alle conclusioni a cui giunse il Prof. Motta nella sua nota memoria e che l'aumento da lui attribuito al prezzo del rame non si riferisce a tutta la spesa per il ferro dei tralicci, ma solo a quella parte di essa che varia al variare della sezione dei conduttori.

Il presidente chiude l'animata discussione, a cui hanno interloquito anche altri soci, ringraziando di nuovo il conferenziere ed i vari oratori e facendo rilevare come non si debba chiedere a questi studi analitici applicati ai problemi della tecnica più di quanto essi possano dare, come cioè in ogni caso si debbano tener presenti le restrizioni e le incertezze che inevitabilmente affettano i risultati analitici raggiunti, a cagione delle ipotesi più o meno arbitrarie introdotte per mettere in equazione il problema.

✦

SEZIONE DI TORINO.

La sera del 20 aprile il Prof. *Marius Latour* della Scuola Superiore di Elettricità di Parigi, gradito ospite di questa Sezione e della locale Sezione dell'A. N. I. I., tenne una conferenza nella sede sociale sul tema:

TÉLÉPHONIE À GRANDE DISTANCE ET TÉLÉPHONIE SUR LIGNES PERTURBÉES.

Con dizione chiara e persuasiva egli spiegò al numerosissimo uditorio il principio di funzionamento degli amplificatori a valvole ioniche e le loro applicazioni sui circuiti telefonici, illustrando la conferenza con appropriate esperienze.

Alla fine l'Ing. Soleri rivolse al conferenziere vive parole di ringraziamento esprimendo l'augurio che i più sereni sentimenti di fratellanza avvicinino i tecnici delle diverse Nazioni per collaborare nell'interesse generale della scienza e dell'industria.

Seduta del 22 *aprile* 1921.

Approvato il verbale della seduta precedente vengono comunicate le adesioni dei nuovi Soci:

Calabria Federico, Ferrando Amedeo, Giunchi Domenico, S. A. Walter Martiny, Giobbe Ing. Pasquale, De-Regibus Luigi, Pavia Ing. Dott. Nicola, Siniscalco Ing. Angelo, Storchi Gualtiero, Gioana Domenico, Gaia Giuseppe, Fontana Ing. Andrea, Corsini Ing. Arturo, Barocco Eugenio Schieda Vincenzo, Levi Ing. Cesare, Rabotti Francesco, Miglietta Gustavo, Ierace Ottone, Di-Lembo Ing. Livio.

L'ing. Soleri informa che nel prossimo anno si commemorerà il 25° anniversario della morte di Galileo Ferraris e propone che per l'occasione venga inaugurato un busto in bronzo da collocarsi nella sede sociale. La proposta sarà discussa in seno al Consiglio della Sezione che provvederà ad aprire una sottoscrizione per raccogliere i fondi necessari. Comunica che il 17 corr. si è riunito in Roma il Consiglio Generale dell'A. E. I. e, portando ai Soci il saluto del nuovo Presidente Generale, informa della decisione presa che la prossima riunione annuale avvenga nel mese di settembre in Sicilia. Annuncia infine di aver preso accordi colla Direzione delle Ferrovie di Stato per una visita sociale agli impianti di Bardonecchia.

Prende quindi la parola il Dott. *Annibale Craveri* che svolge l'annunciata comunicazione sul tema:

GLI AMPLIFICATORI TELEFONICI A VALVOLE IONICHE.

Il conferenziere, dopo aver richiamato le principali caratteristiche delle trasmissioni telefoniche ed accennato ai diversi tipi di relais od amplificatori in esse impiegati, passa allo studio delle proprietà delle valvole ioniche in relazione alla loro applicazione come amplificatori telefonici illustrando con numerose proiezioni i diversi schemi di inserzione per circuiti reversibili.

Dopo la conferenza, accolta con vivi applausi, i Soci convenuti, guidati dal dott. Craveri, compirono una visita alla centrale telefonica in Galleria Nazionale e specialmente si interessarono all'esame della stazione di amplificazione della linea Roma-Parigi.

Tedeschi Giovanni fu Giovanni, *gerente responsabile* — Arti Grafiche Varesine - Varese

VOL. VIII (XXV degli Atti) 25 Maggio 1921 N. 15

L'ELETTROTECNICA

GIORNALE ED ATTI DELLA

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

REDAZIONE ED AMMINISTRAZIONE: VIA SAN PAOLO, 10 - MILANO - TELEFONO N. 20-86

REDATTORE CAPO: A. BARBAGELATA - REDATTORI: U. BORDONI - M. SEMENZA - G. VALLAURI

È GRADITA LA COLLABORAZIONE DEI LETTORI - GLI ARTICOLI DI INTERESSE GENERALE ACCETTATI DALLA REDAZIONE SONO COMPENSATI

I MANOSCRITTI NON SI RESTITUISCONO

Per una sistemazione delle tariffe di vendita della energia elettrica.

Gli avvocati ed i giuristi hanno lungamente discusso in passato, colla loro consueta abbondanza, sulla natura del contratto di compravendita dell'energia elettrica (¹), per decidere se esso fosse assimilabile ad una locazione d'opera o piuttosto alla cessione di una merce; ma alla fine è prevalso questo secondo concetto che a noi tecnici pare intuitivo; che cioè l'energia elettrica abbia un valore reale per se stessa e possa e debba quindi essere assimilata ad una qualsiasi altra derrata materiale. Non è quindi senza qualche stupore che vediamo l'Ing. CESÀRI, nella prima parte del suo odierno, interessante lavoro, ritornare ancora in parte sul concetto che la energia elettrica non sia qualche cosa di materialmente ben definito cosicchè i contratti ad essa relativi siano un po' da considerarsi come contratti di prestazione d'opera. Noi pensiamo che altra sia la ragione fondamentale che giustifica le giustissime osservazioni del Cesàri. In tutti gli altri esempi di forniture di energia, questa è venduta sotto forma *potenziale* (carbone, gas etc.) mentre l'energia elettrica deve essere necessariamente fornita sotto forma *attuale*, come verrebbe ad esserlo l'energia idraulica qualora per ipotesi si diffondesse l'uso dei motori utilizzanti l'acqua sotto pressione delle tubazioni cittadine. E' da questa necessità di vendere l'energia elettrica all'atto stesso in cui essa viene generata; è dal fatto cioè che manca quella facilità (e in molti casi, possibilità) di immagazzinamento che si può avere sempre quando l'energia è allo stato potenziale, che derivano tutte le complicazioni dei contratti e delle tariffe relative all'energia elettrica. A queste ragioni fondamentali un'altra, psicologica, si dovrebbe pure aggiungere; la seduzione che hanno sempre esercitato sugli studiosi i problemi relativi alla vendita dell'energia elettrica, la quale si presta come nessun'altra a tutte le più svariate forme di misure e di controlli. Non si può infatti negare che in una distribuzione di gas, nonostante la facilità dell'accumulazione giornaliera nei gasometri, si abbiano pure molti elementi di analogia con la distribuzione di energia elettrica: la «punta» serale, la dipendenza di certe spese di impianto dalla massima richiesta dell'utente, dalla sua distanza dall'officina etc. etc. Eppure nessuno ha mai pensato per il gas a tariffe diverse dalla semplice, ordinaria tariffa a contatore! Ricordiamo del resto come non molti anni addietro, uomini eminenti nel campo nostro, fossero d'avviso che il progressivo sviluppo degli impianti e delle aziende di distribuzione dovesse condurre alla generalizzazione della vendita a semplice contatore, a prezzo unico o quasi! Ed invece ci siamo forse ulteriormente allontanati da tale meta, e la bibliografia relativa alla tarifficazione si va continuamente arricchendo di nuovi contributi.

Anche fra di noi il problema ha avuto sempre degli studiosi appassionati e senza risalire agli antichi lavori dell'Ing. Semenza, ci limitiamo a ricordare in questi ultimi anni lo studio dell'Ing. Norsa (²) e le proposte dell'Ing. Vittorelli (³). Alle proposte del Norsa si accosta, nello studio odierno, l'Ing. Cesàri, il quale giustamente pone molto in rilievo la funzione di *vettore* compiuta dal distributore di energia elettrica, assimilabile, sotto tale punto di vista ad un imprenditore di trasporti. Ma il Cesàri giunge anche a delle proposte concrete intese a risolvere il problema della unificazione delle tariffe e dei prezzi. Egli ci ha promesso di ritornare sull'argomento e sarà allora il caso di riprendere in esame la questione da un punto di vista generale. Se sia oggi possibile o anche semplicemente ragionevole imporre nuovi vincoli di carattere tanto delicato all'industria elettrica, non sapremmo e non vorremmo dire. Certo la tendenza a semplificare un po' l'attuale stato di cose, da più parti si va delineando; ed il problema è di tale importanza da meritare il più attento studio e la più ampia discussione in seno alla nostra A. E. I.

La protezione dei grandi impianti.

Un altro argomento su cui la discussione può sempre rinnovarsi e sempre riuscire interessante è quello della protezione dei grandi impianti: contro le sovratensioni e contro quelle che analogamente si potrebbero chiamare le *sovracorrenti*. Appunto per avviare una discussione presso la Sezione di Livorno, il collega VALLAURI ha ampiamente riassunto, desumendole dalla stampa tecnica tedesca, le importanti discussioni che si svolsero lo scorso anno all'Associazione elettrotecnica Germanica, ed alle quali parteciparono i più autorizzati rappresentanti dei costruttori e degli esercenti. Il riassunto che oggi pubblichiamo è assai interessante e ci auguriamo che esso possa suscitare presso le nostre Sezioni delle discussioni altrettanto importanti.

LA REDAZIONE.

(¹) *L'Elettrotecnica*, n. 29 del 15 novembre 1914, pag. 740, e n. 16 del 5 giugno 1915, pag. 378.
(²) *L'Elettrotecnica*, n. 2 e 3 del 15 e 25 febbraio 1914, pagg. 55 e 84.
(³) » » 5 marzo 1920, n. 7, pag. 106.

PER UN MIGLIORE ASSETTO DELLE TARIFFE DI VENDITA E DEI VARI RAMI DI ATTIVITA' DELL' INDUSTRIA ELETTRICA.

Ing. ETTORE CESÀRI.

Forme originarie del contratto fra Impresa elettrica ed utenti.

L'Impresa elettrica rappresenta l'ultimo arrivato fra i servizi pubblici, avendo solo quarant'anni di vita; per ciò la sua storia è recente, e le sue vicende note per diretta conoscenza a tutti noi.

Le prime Centrali (New York, Milano, ecc.) furono termiche, e furono create quasi esclusivamente per servizio di illuminazione; troppe rassomiglianze, quindi, occorrevano, dal punto di vista economico e da quello industriale, fra queste e le officine da gas — sia nelle caratteristiche della produzione, che in quelle della vendita — perchè i criteri propri dell'impresa del gas non formassero la fonte di quelli da applicarsi alla nascente industria.

Se Edison volle veder diffuso il suo sistema di distribuzione, dovette creare un contatore, che prendesse nello spirito del pubblico un posto vicino a quello dei contatori di gas e di acqua. Alla diffusione del contatore elettrico contribuirono poi altre circostanze, fra cui l'atavico rispetto che gli uomini portano per tutto ciò che somiglia ad un orologio. Esso è inoltre semplice e comodo, la sua lettura è alla portata di tutti: cosicchè fu accolto dal pubblico con grande benevolenza.

Il contatore, tuttavia, aveva il difetto di costare carissimo e di esigere speciali cure per il montaggio e la manutenzione. Andò perfezionandosi assai lentamente, e durante i primi quindici anni il suo progresso fu così lento, in confronto del bisogno delle imprese elettriche, che si dovettero cercargli dei succedanei.

Frattanto, specialmente da noi, avevano assunto importanza e sviluppo i primi modesti impianti idroelettrici. Per questi la rassomiglianza con le vecchie imprese del gas era meno marcata, in quanto ad esse conveniva assai più l'assicurarsi canoni invariabili e sicuri presso i propri utenti, che non incassi proporzionali al consumo. Siccome poi queste imprese operavano generalmente in piccoli centri, ed i loro utenti singoli erano per la maggior parte di importanza assai modesta, per i quali il noleggio di un contatore quasi sempre diveniva proibitivo, si comprende come assumessero importanza le tariffe *à forfait*.

Da queste due primitive ed imperfette forme di contratto derivarono, per successive modificazioni e combinazioni, tutte le numerose specie di tariffe oggi in uso.

Materia del contratto.

Il grosso pubblico ha preso a servirsi dell'elettricità a contatore come si serviva del gas e dell'acqua, ed ha preso l'abitudine di considerare questa prestazione in modo simile a quello con cui si misurano le merci materiali; per esso l'HWh e il kWh sono qualchecosa come il litro, il metro cubo, il kilogramma: si è formata in proposito una pratica, e non domanda di più. Nel caso dei forfait, la concezione comune è invece radicalmente diversa: qualchecosa che sta fra l'affitto di casa, l'abbonamento al giornale, l'associazione al Circolo, e simili.

La differenza radicale fra le due concezioni sta nel fatto, che la prima assimila il contratto alla vendita di una materia ponderabile, la seconda ad una *prestazione* assai più complessa.

Consideriamo per un momento la cosa nel campo fisico. Ciò che vien misurato dal contatore è una entità astratta, l'energia elettrica, che non si può considerare alla stregua di *materia*, neppure per analogia. *Il fatto reale* che forma l'oggetto del contratto in questione è l'*azione a distanza* dei motori della Centrale fornitrice al domicilio di clienti, a mezzo di correnti elettriche; quindi logicamente la misura del corrispettivo si dovrebbe desumere alla stregua degli *effetti* di questa azione. Ora, non è chi non sappia che tali effetti non si possono esattamente valutare soltanto in ragione dell'*energia* occorsa, come avviene nel caso della tariffa a contatore semplice, o della *potenza* richiesta, come avviene nel caso del forfait.

Che ciò sia vero è dimostrato dal fatto che nessuna impresa elettrica concede il proprio servizio ad un prezzo invariabile per *kW* o per kWh. Difatti, si applicano a queste unità di misura prezzi variabilissimi, secondo l'impiego dell'energia (luce, forza, riscaldamento, operazioni elettrochimiche, trazione, ecc.): per cui molte volte la *misurazione* fatta con gli strumenti diviene l'elemento secondario, di fronte a quello del prezzo, stabilito spesso a sentimento, con criteri sempre imperfetti e talvolta anche sbagliati.

In Italia, ed ai tempi normali, il *kWh* si vendeva a prezzi variabili fra mezzo centesimo ed una lira; ed il kW-anno fra 40 e 500 lire. Con variazioni così forti del prezzo unitario la definizione del costo totale della prestazione non è più caratterizzata dalla misura del consumo se non in modo assai secondario.

Dunque, l'oggetto del contratto fra l'impresa elettrica e l'utente non è soltanto la cessione di un « quid sui generis », ma assimilabile ad una merce ponderabile (tariffa a semplice contatore), nè una locazione (forfait) di un determinato bene strumentale, (potenza a disposizione): è una prestazione complessa risultante di vari elementi, in rapporto fra di loro, ed è funzione insieme della *quantità di energia* fornita, della *potenza* messa a disposizione, ma principalmente dell'*effetto* conseguito a domicilio dell'utente.

Analogia fra il contratto della Impresa elettrica e quello del Vettore.

Fra tutti i contratti venuti in uso prima della comparsa delle imprese elettriche, quello che più si avvicina al caso che stiamo studiando, è il contratto di trasporto delle merci.

Esso, da quasi cent'anni, fu oggetto di studio da parte degli economisti e dei capi di industria, specialmente in America, ed ormai esso viene stabilito in modo poco variabile, dappertutto dove non intervengano criteri *politici o protezionistici*.

Trascurando questi casi particolari, troviamo subito una prima analogia economica fra i due generi di Impresa, elettrica e ferroviaria, nel *modo* onde esse esercitano la propria attività. All'una occorre, principalmente, come mezzo d'opera, una rete di binari colleganti dei centri fra i quali esista una attività di scambi; all'altra un complesso di Centrali di produzione e di centri consumatori, collegati da reti di trasporto e di distribuzione. Entrambe le Aziende, quasi sempre, operano da sole in una determinata zona, non sovrapponendosi ad aziende consorelle o concorrenti che in pochi nodi più importanti. Rarissimo è il caso di vera e propria sovrapposizione completa in libera concorrenza: spesso le loro tariffe sono vincolate e rese obbligatorie da disposizioni delle pubbliche Autorità, sia in conseguenza di leggi che di contratti.

Non minore è la rassomiglianza, se si consideri lo sviluppo della loro vita economica nel tempo. Tanto per la costruzione d'una rete ferroviaria che d'un insieme di Centrali, linee e reti elettriche, occorre fin da principio un forte anticipo di capitali, laddove all'apertura dell'esercizio il traffico e gli introiti sono assai modesti. Viene poi un periodo di graduale incremento, poichè ad un certo punto si manifesta nella zona servita l'azione benefica del mezzo di trasporto, o della disponibilità della forza elettrica, come incitamento a maggiori traffici od a nuove industrie: e da quel momento l'ascensione diviene rapidissima, fino a raggiungere un punto che può chiamarsi *di saturazione*, per cui i primitivi impianti non sono più sufficienti a soddisfare le richieste, e si deve provvedere ad aumenti. Ed a partire da ciascun aumento successivo il fenomeno si ripete grado per grado in modo poco diverso.

Altra chiara analogia economica fra ferrovie e distribuzioni elettriche si trova nell'analisi dei costi d'esercizio. Nell'uno, come nell'altro caso, abbiamo un capitale ingente immobilizzato, che si traduce in determinate spese fisse annuali, ed un gruppo di spese generali e di esercizio indipendenti dallo sviluppo dei traffici, per cui il costo medio unitario della prestazione è da principio assai grande, e minimo alla fine di ciascun periodo di saturazione. Di conseguenza, per entrambe le industrie ed in ogni momento, purchè non si sia raggiunto un limite di saturazione, si verifica il fenomeno, per cui il *costo medio attuale* è superiore al *costo supplementare*: cioè ogni tonnellata trasportata od ogni kW venduto *in più* costano meno delle singole tonnellate, o dei singoli kW precedenti.

La rassomiglianza sussiste anche nel criterio d'applicazione dei prezzi unitari.

Il prezzo a cui si può vendere sul mercato una merce, od esercitare una prestazione, varia fra due limiti estremi: il *costo del servizio* come minimo, ed il *valore del servizio* come massimo. E' chiaro infatti che nessun industriale lavora per perdere, come nessun cliente è portato a preferire i prezzi maggiori; e che ove le ferrovie non offrano tariffe convenienti si faranno togliere il traffico da altri mezzi di trazione, od addirittura ridurranno il traffico locale, mentre le Società elettriche che vendono troppo caro avranno pochi clienti, perchè questi emigreranno verso sistemi concorrenti di illuminazione e di forza motrice, o rinuncieranno addirittura a buona parte delle relative applicazioni.

Ora, di questi due limiti quello inferiore (costo) è, in parte, prevalente, funzione di elementi locali od occasionali, e *fisicamente* si deve applicare in egual modo a tutte le *tonnellate* trasportate, ovvero a tutti i *kW* o *kWh* prodotti, sia che trattisi di ghiaia o di verghe d'oro, sia che l'energia si impieghi per fissare l'azoto dell'aria, o per rendere incandescente un cauterio. Fra i casi estremi vi saranno certamente differenze (maggiori cautele nel trasporto, necessità di carri più pesanti o più costosi, necessità di più costose reti di distribuzione, ecc.), ma anche tenendo conto di questi elementi non si giungerà mai alle differenze cui in pratica si giunge nelle valutazioni di questi diversi servizi.

La ragione consiste appunto nel diverso limite superiore dei prezzi, rappresentato dal *valore del servizio*. Non sarebbe possibile produrre nitrati con mezzi elettrici, se il prezzo del kWh superasse il limite cui corrisponde il costo dei nitrati naturali, e nessuno si servirebbe più delle ferrovie quando costasse meno il trasporto delle merci con trazione animale o con automobili su strade comuni: mentre la comodità offerta dal cauterio elettrico ed il suo piccolo consumo lo rendono superiore a qualsiasi altro mezzo del genere, e per la sua applicazione la più alta tariffa di vendita dell'energia elettrica sarebbe pur sempre conveniente. E ad ognuno è noto che l'illuminazione elettrica offre tali comodità da farla preferire, anche a maggior prezzo, ad altri mezzi di illuminazione, mentre il viaggiare in ferrovia è preferibile ad altri generi di trasporto meno costosi: allo stesso modo che l'automobile per trasporto di persone è spesso preferito al treno ferroviario, sebbene costi molto di più.

Caratteristiche delle tariffe pei trasposti.

Tutti conoscono la grande varietà di tariffe adottate dalle ferrovie, anche quando esse siano imposte da ragioni indipendenti dal costo e dal valore dei singoli trasporti. Ciò dipende appunto dall'essere la materia del contratto di trasporto una prestazione multiforme e complessa.

Il costo del *trasporto materiale*, sopra una ferrovia in esercizio normale prossimo alla saturazione, è indipendente dalla qualità della merce. Esso dipende solo dal *peso* di essa e dalla *distanza* del trasporto. Invece il *carico*, lo *scarico*, la *protezione* e l'*assicurazione* durante il viaggio, dànno costi indipendenti dalla distanza del trasporto, ma solo dal peso, dal volume, dalle qualità fisiche della merce. Altre spese (personale viaggiante, deperimento dei materiali) dipendono solo dall'andamento generale del traffico (numero e formazione dei treni), e non dai caratteri di ogni singolo trasporto. Altre infine (personale direttivo e di Stazione, oneri del Capitale d'impianto), sono pressochè costanti e ragguagliabili alla vastità della rete, al numero delle Stazioni e ad altre caratteristiche locali.

Questo per il limite inferiore (costo). Pel limite superiore valgono i criterii del *valore* del servizio, sia assoluto che in concorrenza con altri mezzi di trasporto, per cui per diverse merci o per diverse circostanze valgono criteri di prezzo assai diversi.

Per queste ragioni, tutte le tariffe ferroviarie sono *scalari* per le distanze, e *per classi* a seconda del valore delle merci da trasportare, e delle circostanze accessorie.

Caratteristiche odierne delle tariffe delle Imprese elettriche in Italia.

Data la grande analogia rilevata sopra, anche le tariffe del contratto fra impresa elettrica ed Utente dovrebbero essere innanzi tutto di forma *scalare* e *per classi*, ed in parte lo sono infatti. Ma mentre le tariffe ferroviarie sono oramai il frutto di uno studio diligente ed analitico e di una secolare esperienza, le altre sono d'ordinario il prodotto di valutazioni grossolane ed empiriche, fatte col prevalente criterio di spingere i prezzi assai vicino ai limiti di concorrenza, senza preoccuparsi se poi, nella sua applicazione integrale a tutta la Clientela la tariffa porti realmente al massimo utile. Altra loro ca-

ratteristica è la disuniformità dei criteri di applicazione ai diversi utenti, e da parte delle diverse Imprese.

Basti dire che sono oggi in vigore almeno dieci diversi criteri soltanto per la valutazione della potenza in kW assorbita da un utente, cosicchè, quasi sempre, quando due industriali parlano di quella bastarda unità che è il kW - anno, intendono due cose sostanzialmente assai diverse fra loro.

Il difetto principale di tutte queste tariffe è che quasi sempre esse riducono l'oggetto del contratto ad una sola delle molteplici prestazioni di cui si è detto sopra: generalmente al solo *KW* od al solo *kW-ora*. Riferendoci al caso parallelo dei trasporti ferroviari, che risultati darebbe una tariffa che tenesse conto o del solo peso bruto, o della sola distanza, o della sola qualità della merce? O non commisurasse il costo alle quantità realmente trasportate, ma concedesse al cliente di trasportar merci « ad libitum » purchè non eccedenti determinate dimensioni? Eppure criterii simili a questi presiedono spesso alla compilazione delle tariffe delle nostre imprese elettriche.

Condizioni a cui devono corrispondere le tariffe.

La principale caratteristica dell'industria elettrica di distribuzione è di costituire un importantissimo servizio pubblico, quasi sempre esercito da un sol fornitore. Perciò essa è assimilabile alla impresa ferroviaria e l'esercente assume degli obblighi morali e dei vincoli materiali, che si vanno facendo sempre più sentire.

Pel fatto dell'esercizio unico sono applicabili tutti i ragionamenti economico-analitici applicati al caso delle Ferrovie, e valgono tutte le conseguenze suggerite in questo caso dall'esame analitico della *curva della domanda* e *dalla curva dei costi*. Rimandiamo i lettori, che volessero maggiori notizie in proposito, all'ottima opera del Tajani sulle Tariffe ferroviarie. Il limite teorico a cui può spingersi una tariffa è quello del *valore del servizio* per l'utente, in quanto esso non può servirsi da un altro fornitore, e rinuncerà alla prestazione soltanto quando il suo costo superi il valore che egli gli attribuisce per i suoi obblighi o per la sua comodità. E' noto che in questo caso si avverano i fatti seguenti:

1°) — *Non è mai conveniente adottare una sola tariffa;*

2°) — *Nel calcolare le diverse tariffe bisogna fare astrazione dal costo medio di produzione.* Quindi qualcuna delle tariffe deve quasi sempre basarsi su un prezzo di vendita al cliente inferiore al costo medio unitario di produzione;

3°) — *Le varie tariffe devono essere applicate a classi ben definite di clienti;* e ciascun cliente non avrà di comune cogli altri della sua medesima classe che il limite segnato dal *valore del servizio.*

4°) — *Il moltiplicare le classi e le tariffe rende maggiore l'utile dell'esercente a detrimento dell'utile del pubblico.*

Da queste premesse si deduce che le classi di Utenti devono essere, in via di equità, diverse ma non troppe: e che, delle varie tariffe applicabili alle diverse classi, quella che va meglio studiata è **la minima.**

Questo nell'interesse dell'esercente: oggi sorge, ineluttabilmente, la necessità di considerare con uguale, se non maggiore, attenzione l'interesse del pubblico. L'industriale ha certamente il diritto di non perdere: ma deve dissipare la credenza (purtroppo infondata nella maggior parte dei casi), che l'esercente fruisca di utili ingiusti e spettacolosi. Questa credenza, radicata pur troppo anche nell'animo dei governanti, ha avuto diverse origini, fra cui i favolosi guadagni di altre industrie durante la guerra, la speculazione borsistica, la sciocca gonfiatura fatta da incompetenti giornalisti e parlamentari sulle cosidette « ricchezze idroelettriche » del nostro Paese, Sta di fatto che l'industria elettrica è stata asservita, durante la guerra, alle altre industrie, che si sono spesso arricchite a sue spese, senza averne vantaggio alcuno: e di tutti i costi il meno aumentato è ancora quello dell'energia elettrica. Ciò non toglie che il volgo (e non solo, ripeto, quello « profano ») nutra un sordo risentimento verso gli industriali elettrici, che presto o tardi si risolverà in nuovi inciampi che potrebbero esser fatali alle sorti dell'industria.

Quindi è necessario, più che mai, compilare tariffe che non siano ingiuste od opprimenti, anche solo per qualche classe di Utenti. Siccome le tariffe odierne rappresentano una piccola Babele, non è difficile nella maggior parte dei casi senza danno dell'esercente procedere al loro riordino, in modo da diminuire le ingiustizie, se pur non è possibile eliminarle tutte, coordinandole in modo da assicurare all'industria un onesto guadagno.

E sopratutto occorrono basi e criteri nuovi di tariffiçazione. Il vecchio zibaldone dei contratti a zone, dei forfaits con misurazioni « ad usum delphini », e delle integrazioni a base empirica va abbandonato completamente.

Criteri della nuova tariffficazione.

Da quanto si è detto appare che le nuove tariffe dovranno rispondere a due ordini diversi di condizioni: il primo si riferisce all'indole della prestazione complessa che l'esercente fa al Cliente, il secondo alla classificazione della Clientela in base al valore del servizio.

La prestazione, come abbiamo visto, è assai complessa: ma si può ridurla con sufficiente precisione a tre diverse funzioni, come dimostrò prima l'Hopkinson nel 1892, e meglio il Doherty nel 1900.

Ogni Cliente, pel fatto d'esser tale, costa prima di tutto all'esercente una certa somma annua fissa, indipendente dalla potenza richiesta e dall'energia consumata. Così gli oneri relativi alla presa, la quota di spesa pel personale di sorveglianza, elettricisti, esattori, contabili e simili. E' chiaro che queste spese decorrono ugualmente, consumi o no il Cliente. Naturalmente, queste quote variano per le diverse classi di utenti (allacciati a reti sotterranee od aeree, con trasformatore proprio, aggruppati a sottostazioni suburbane, ecc.), e talvolta da Utente ad Utente.

Questa quantità variabile fra i diversi clienti, ma costante per ciascuno di essi, che può chiamarsi *quota fissa*, sarà espressa con a.

Un secondo gruppo di prestazioni è riferibile alla *potenza* che il Cliente richiede. Ogni Kilowatt che il Cliente impegna è una frazione corrispondente degli impianti che l'esercente tiene a sua disposizione: il Cliente deve quindi assicurare la copertura di una quota corrispondente di un determinato gruppo di spese e di oneri inerenti agli impianti. Chiamata P la prestazione in kW, sarà bP la quota in questione.

Un terzo gruppo di prestazioni è inerente alla quantità di energia fornita al Cliente. Questo elemento deve assumere oggi una importanza prevalente sugli altri due, in quanto la penuria di energia ci costringe ad eliminare il più possibile lo sciupo. Il grave difetto dei contratti a forfait libero è quello di portare come naturale conseguenza utilizzazioni elevatissime, ottenute spesso col dissipare energia in riscaldamento o mediante impieghi di bassissimo reddito, con grave danno dell'economia generale. Occorre quindi che questo elemento, che rappresenta la più importante delle prestazioni perchè, delle tre, è la sola che è funzione del tempo di utilizzazione, sia il meglio studiato, e tale da funzionare come giusto freno contro lo sciupo, senza con questo nuocere allo sviluppo della vendita.

Se W è la quantità d'energia consumata, cW sarà il terzo termine. Avremo quindi complessivamente da addebitare al cliente una somma S così composta:

$$S = a + bP + cW$$

Vediamo come si possano valutare questi elementi:

W è il più facile a stabilirsi, essendo fornito dalla lettura del contatore. P è più complicato, e viene valutato con criterii molto differenti. Non è difficile, tuttavia, comprendere come si possa giungere a valutarlo con sufficiente precisione: sarebbe fuori dal campo di questa investigazione il trattare a fondo questo problema, che potrà più opportunamente essere oggetto di un altro studio. Basta per ora esser convinti che è possibile stabilirlo con un criterio uniforme per tutti i clienti di un determinato impianto, sia direttamente a mezzo wattmetri, sia indirettamente in base alla potenza degli apparecchi installati, sia mediante limitatori, sia con altri mezzi.

a è pure relativamente facile. Ammesso che deve rappresentare gli oneri fissi, indipendentemente da P e da W, e che può variare caso per caso, non è difficile istituire dei criterii per stabilirlo equamente. Qui però appare l'opportunità di dividere gli Utenti in grandi categorie, dalle quali poi deriveranno le classi.

La prima categoria è quella dei Clienti *diramati su reti urbane, per illuminazione e riscaldamento.* A questa categoria appartengono gli Utenti più poveri, la grande massa dei consumatori popolari, e, insieme a questi, parte degli Utenti di maggior lusso. Con una sola presa e con poche decine di metri di cavo si servono, in uno di quei grandi falansteri che sono l'obbrobrio delle grandi città moderne, cinquanta Utenti: una presa per una casa ordinaria ne serve solo dieci: una per un palazzo signorile ne serve uno o due. E se si considera che nei tre casi il costo della presa è quasi uguale, ne deriva che si debbono creare, agli effetti di a, almeno tre classi di clienti; l'utente popolare, che può stabilirsi nel limite di un ettowatt di prestazione; l'utente medio fra un ettowatt ed un kilowatt; l'utente di lusso, al di sopra del kilowatt: e le quote fisse a di questi Clienti dovrebbero stare almeno nel rapporto di 1 : 5 : 20.

Una seconda categoria è quella dei Clienti *derivati su reti urbane come quelli luce, ma impieganti l'energia per uso industriale* (forza motrice e riscaldamento industriale). Per questi a dev'essere, a parità di importanza, superiore a quello degli Utenti luce, sia pel carattere della prestazione che per i maggiori oneri che essa arreca all'esercente. Stabilendo due classi (fino a 4 kW; oltre i 4 kW), a si ravvisa convenientemente stabilito in ragione di *6* e *20*, mantenendo le proporzioni accennate sopra.

A questa Categoria possono ascriversi gli ascensori, le pompe di sollevamento, ed anche le stufe elettriche per abitazioni ed uffici.

La terza categoria è quella degli *Utenti urbani o suburbani attaccati a sottostazioni speciali* (come banche, ministeri, grandi magazzini, industrie suburbane, ecc.), quasi sempre Utenti misti di luce e forza. Per questi *a* varierà caso per caso, a seconda che la presa e la sottostazione siano o no di proprietà del Cliente, ecc. Per stabilire *a* in questo caso occorrono criteri di indole particolare e locale: tale valore potrà quindi variare da *0* a *20*, mantenendo la precedente proporzione.

La quarta categoria è quella dei *clienti industriali*. Per questi *a* va calcolato pure caso per caso, come per la categoria precedente, in base ai calcoli dei costi reali delle linee, sottostazioni ecc. necessari per ciascun cliente, cui non può prefiggersi in proposito alcun limite.

In fondo, il calcolo di *a* è già applicato anche oggi in molti casi, sotto forma di noleggio o simile. E veniamo alla valutazione di *b*.

Questo coefficiente dipende da due ordini di circostanze: il costo di installazione di un Kilowatt (centrali, reti e sottostazioni), da un lato, e il *fattore di carico* del Cliente, dall'altro. Chiamiamo « fattore di carico » il rapporto fra la prestazione *P*, misurata al Cliente, ed il carico P_1 che esso porta sul diagramma delle Centrali nel momento in cui queste raggiungono la saturazione. Il fattore di carico è quindi influenzato dalla *massima richiesta* del Cliente, e insieme *dal momento* del giorno in cui essa viene effettuata.

Questo *fattore di carico* varia quindi dall'unità (caso degli Utenti luce) a zero (caso degli Utenti d'energia di supero) passando per tutti i gradi intermedi. In America le Commissioni di controllo dei pubblici servizi hanno, su esperienze di molti anni, stabilito i *fattori di carico medio* per numerose classi di Utenti: da noi il tenore di vita è un po' diverso, ma non sarebbe fuor di luogo adottarli con qualche lievissima modificazione.

Chiameremo *K* questo importante fattore.

Occorre ora stabilire l'altro elemento, quello relativo al costo d'impianto.

Chiameremo C il costo di impianto, *n* il tasso complessivo di tutti *gli oneri che gravano sul capitale industriale e sul patrimonio*, (interesse, ammortizzo, imposta fabbricati, quota di rinnovo, ecc.). E' chiaro che queste spese ed oneri rappresentate da nC decorrono in ugual modo, qualunque sia il consumo d'energia da parte dei Clienti, e sussisterebbero invariate, sia che l'impianto lavorasse tutto l'anno alla saturazione, sia che nessun Cliente consumasse. Appare quindi logico riferire a *b* questa classe di oneri e spese: se quindi chiamiamo con *F* la potenza massima normalmente ottenibile dall'impianto, avremo come media:

$$b_m = \frac{nC}{F} K$$

Ma, come abbiamo appreso dall'esperienza e dalla teoria delle tariffe ferroviarie, non si deve adottare una tariffa *b* unica, nè tutte devono essere non inferiori a b_m. Questo è il punto più delicato del problema, perchè implica la valutazione del *valore del servizio*, che non è sempre possibile *misurare*, ma si può sempre *apprezzare*.

Per questo apprezzamento si trovano documenti nelle attuali tariffe, che, sebbene imperfette, sono il frutto di un equilibrio raggiunto dopo molti anni fra la domanda e l'offerta. Supposto uguale all'unità il costo medio odierno del kW - anno, si può ammettere che il costo massimo sia *quattro* e il minimo *0,4*. Divisi quindi tutti gli Utenti in un numero opportuno di classi (non più di dodici), sulla scorta di statistiche si può per ciascuna classe applicare un coefficiente vavariabile fra *4* e *0,4*, in modo da ottenere una media composta di 1: intendiamo per *media composta* quella ottenuta tenendo conto anche delle potenze assegnate a ciascun Utente.

Chiamato γ questo coefficiente, sarà:

$$b = \frac{n \gamma C K}{F}$$

dove ogni classe di Utenti ha un proprio γ e un proprio *K*.

Resta da apprezzarsi un ultimo elemento. Si è detto come gli impianti elettrici, al pari di quelli ferroviari, si sviluppino gradualmente fino a successive *saturazioni*, dopo le quali occorrono ingrandimenti. Ne viene che l'esercente si trova ad aver continuamente inattiva una parte dei suoi impianti, cosicchè l'applicazione di *b*, come risulta sopra, darebbe per lui una certa perdita. E siccome è anche necessario lasciargli un margine di guadagno, occorre stabilire un opportuno coefficiente *h*, superiore all'unità, tale da offrire un'equa compensazione.

In pratica, *h* potrà variare fra 1,15 ed 1,50, a seconda degli impianti e del loro stadio di sviluppo. Questo valore andrà d'ordinario diminuendo col crescere della prestazione *F*, e potrà costituire un margine elastico per l'esercente, atto a permettergli miglioramenti nell'andamento della curva della domanda.

Avremo quindi come valore finale:

$$b = \frac{h n \gamma C K}{F}$$

Per *c* applicheremo gli identici concetti che hanno servito per *b*: colla differenza che in luogo di $\frac{nC}{F}$ (importo unitario degli oneri fissi), sostituiremo $\frac{Q}{W_t}$ dove *Q* è il totale annuo delle spese ed oneri non considerati in nC (personale, manutenzione, tasse, combustibile, perdite, ecc.), e W_t il totale dei kWh venduti nell'anno. Sarà allora,

$$c = \frac{h \gamma Q}{W_t}$$

E riassumendo la formula

$$S = a + \frac{h n \gamma C K}{F} P + \frac{h \gamma Q}{W_t} W, \text{ ossia}$$

$$S = a + h \gamma \left(\frac{CK}{F} P + \frac{Q}{W_t} W \right)$$

Questa formula può semplificarsi se si introduce una unità divenuta familiare in questi ultimi anni: *l'utilizzazione*, che è il quoziente

$$H = \frac{W}{P}$$

La formula allora diviene

$$S = a + h \gamma P \left(\frac{CK}{F} + \frac{QH}{W_t} \right).$$

La formula è, in pratica, di molto più semplice applicazione che non sembri.

Infatti:

a — si stabilisce una volta per tutte, o per *classi* d'Utenti o per Utente;

h — non varia che a distanza di anni, ed è costante per tutti gli Utenti;

γ — si stabilisce una volta per sempre, salvo ritocchi, a lunghissimi periodi di tempo;

$\frac{C}{F}$ — resta invariato fino alla fine di ciascun periodo di incremento degli impianti, cioè per anni, e talvolta può rimanere praticamente costante anche per più periodi;

K — ha caratteristiche simili a γ;

$\frac{Q}{W_t}$ — attualmente è il termine più variabile ma in avvenire potrà stabilizzarsi per periodi di molti anni. E' giusto, d'altra parte che, in tempi di instabilità dei valori come quelli che attraversiamo, venga aggiornato più spesso possibile; ad esempio: ogni anno.

Sarà quindi facile costruire all'inizio di ogni periodo, delle tabelle dei diversi coefficienti, da valere per il periodo stesso.

Per la grandissima massa degli Utenti, quelli cioè per cui *P* può considerarsi fisso (impianti luce, impianti a limitatore, impianti forza per cui *P* venga misurato sull'installato), ha luogo una ulteriore semplificazione. La formula può essere ridotta alla semplice espressione

$$S = B + cW$$

dove *B* e *c* sono ancora costanti, e si ha una sola variabile; essa è la vecchia formula adottata dal compianto Prof. Colombo per gli abbonati della « Edison » sin dal 1881.

Assetto futuro dell'industria.

Con profondo acume e con la forma smagliante che gli è famigliare, il Sen. Corbino ha di recente toccato dello stato doloroso in cui la nostra Industria si trova, e del suo immediato avvenire, deprecando e la nazionalizzazione ed il soverchio inframmettersi degli Enti pubblici nel suo sviluppo.

Sembra allo scrivente che alla magnifica Conferenza del Prof. Corbino si possano far seguire alcune considerazioni.

Ormai l'industria elettrica può dividersi in tre grandi gruppi di attività: 1°) la produzione; 2°) il trasporto e la coordinazione; 3°) la distribuzione ai Clienti.

Sono tre attività interamente diverse.

La prima ha un carattere schiettamente industriale; anzi è la sola delle tre che possa veramente chiamarsi *industria*, cioè attività tendente a trasformare le risorse naturali in *oggetti d'uso* ed in *beni strumentali*. Per queste ragioni va lasciata agli industriali, e non po-

trà mai prosperare in mano agli Enti pubblici, e meno che mai in mano allo Stato.

La seconda ha un carattere assai simile all'esercizio d'una rete ferroviaria: anzi con l'andare degli anni potrebbe pian piano coincidere con questa, in quanto le grandi linee elettriche seguono, quasi sempre, topograficamente ed economicamente le grandi linee ferroviarie, e più lo faranno nel futuro, e sempre più saranno con queste in stretta connessione. Auguriamoci tuttavia che tale coincidenza avvenga per il ritorno, almeno parziale, delle ferrovie all'industria privata, e non per la nazionalizzazione delle linee elettriche!

Ad ogni modo, l'impianto e la condotta delle linee e dei loro accessori si presentano pratici quando siano in mano ad Enti costituiti degli stessi Esercenti: Società o Consorzii in cui utilmente potrebbero in qualche caso entrare anche i Comuni e le Ferrovie. Questi grandi Enti, destinati forse a divenire un grande Ente unico nazionale, avrebbero l'importante funzione di raccogliere e coordinare la produzione, di unificare gli impianti, di organizzare l'utilizzazione. Qualche tentativo del genere si è già fatto, (come la Società Interregionale) altri sono allo studio, ed è da augurare che tutti contribuiscano ad una migliore utilizzazione, e ad evitare quei raddoppi che sono uno degli argomenti dei « nazionalizzatori ».

Rimane la terza attività: la distribuzione. Per questa occorre distinguere, come già s'è fatto, la Clientela in più categorie. Limitandoci a quelle già stabilite (industriale, suburbana, minuta), sembra evidente che la distribuzione industriale, in quanto per essa ogni cliente costituisce un baricentro di consumo, vada lasciata agli Enti di cui abbiamo testè parlato: mentre le altre due vadano entrambe diversamente considerate a seconda dei casi e della loro importanza.

Per il carattere di monopolio della minuta distribuzione, (e di quella che chiamiamo suburbana), per circostanze psicologiche e per altre ragioni, è probabile che si continui nella tendenza municipalizzatrice. La minuta distribuzione è un servizio pubblico, ed è insieme un'attività commerciale più che industriale: e purtroppo i legami sempre più stretti che si vanno fatalmente applicando alla libera attività dei privati in questo campo, distruggono buona parte dei vecchi argomenti contro questo genere di municipalizzazioni. E' però da presumere che ciò porterà ad un inasprimento delle tariffe per il pubblico.

Conclusione.

Non pretendiamo d'aver fondato un *sistema*: abbiamo voluto soltanto esemplificare uno dei tanti modi con cui si potrebbe ovviare al disordine ed all'arbitrio che regnano oggi nei rapporti fra Esercenti ed Utenti, e dimostrare che non è impossibile, senza danno dei primi e con maggior tranquillità pei secondi, la creazione di tariffe a tipo unico, e forse in seguito anche a costanti uniche. Ma bisogna sopratutto togliere al pubblico l'errata convinzione che esistano fra i diversi Esercenti misteriosi accordi a danno dei consumatori, e rinunciare a coalizioni tendenti solo ad assicurarsi incontrastatamente una zona. La creazione dei piccoli staterelli industriali come s'erano formati in Italia, e non sempre purtroppo con un Governo italiano, non ha certamente giovato all'industria, nè come maggiore sviluppo, nè come miglioramento dei rapporti fra Esercente e Cliente. Oggi questa politica, oltre che condannata dalla Legge, è inutile, perchè è semplicemente ridicolo pensare che, nelle circostanze economiche in cui viviamo, vi sia chi pensi ad esercitare una concorrenza basata sui *doppioni*, ai quali abbiamo accennato: inoltre il pericolo comune ha stretto gli Esercenti in ben altro legame di solidarietà che non fossero i contratti di esclusività per zone, che, frutto dell'imperialismo industriale e poco difendibili giuridicamente, venivano spesso palesemente o nascostamente violati.

Le nostre masse stanno guarendo dal furore bolscevico: speriamo che gli utopisti guariscano dalla mania statizzatrice. Ma il miglior modo per impedire che l'opinione pubblica, ingenua e semplice, creda alle bugie degli uni ed agli spropositi degli altri, è quello di andare incontro al pericolo e di troncarne alla radice i sofismi, occorre che si rinnovi lo spirito industriale, e che gli Esercenti diano da un lato alla loro clientela la persuasione di non essere tiranneggiata e dall'altro si convincano che l'industria va completamente riorganizzata, con separazione delle sue tre principali attività: produzione, trasporto, distribuzione. Che il solo modo per evitare disastrose nazionalizzazioni è quello di infondere negli interessati e negli Enti pubblici la convinzione che l'industria elettrica non è l'Eldorado, e in un rinnovato spirito di giustizia adattarsi a quel controllo che da molti anni vige in Inghilterra e in America su tutti i pubblici servizii, e che, equamente applicato, non potrà che giovare al progresso dell'industria, migliorare i rapporti coi Clienti, ed allontanare per sempre da essa il pericolo di morir soffocata nelle spire insidiose del burocratismo statale.

LA PROTEZIONE DEI GRANDI IMPIANTI (1)

Relazione presentata alla Sezione di Livorno
:: :: :: il 28 aprile 1921 :: :: ::

Nella riunione annuale del « Verband Deutscher Elektrotechniker », tenutasi in Hannover nello scorso anno, la seduta antimeridiana del 25 Settembre 1920 fu dedicata alla tecnica dei grandi impianti. Sebbene molti rami di questa tecnica siano sviluppati nel nostro paese in modo tale che può esserci universalmente invidiato, non è tuttavia senza interesse conoscerne l'evoluzione presso altri paesi, anche essi tecnicamente assai progrediti, ed in particolare presso la Germania; e però le comunicazioni e le discussioni svoltesi al riguardo a Hannover possono riuscire senza dubbio istruttive.

La nuova grande rete elettrica bavarese a 100 kV è il primo esempio in Germania, non più di semplici linee di trasporto di energia, bensì di più complicati collegamenti fra numerose centrali idrauliche e termiche e varii centri importantissimi di consumo. (fig. 1). Ciò ha imposto la soluzione di molti nuovi problemi che riguardano sopra tutto: 1) la protezione contro le correnti anormali, 2) la protezione contro le sovratensioni e le onde migranti, 3) la regolazione del fattore di potenza, 4) la regolazione della tensione, tenendo conto della possibilità che determinati nodi passino alternativamente dalla funzione di centri di alimentazione a quella di centri di utilizzazione, 5) la massima economia nella utilizzazione delle condutture, 6) i disturbi alle comunicazioni telegrafiche, 7) la protezione selettiva (isolamento ed esclusione delle sole parti eventualmente danneggiate, 8) il funzionamento in parallelo dei centri di alimentazione, 9) la protezione delle reti secondarie e degli utenti contro gli effetti delle perturbazioni della rete principale.

Poichè, in base ai contratti di fornitura, la responsabilità delle varie ditte partecipanti alla costruzione della rete bavarese è comune, fu facile stabilire un accordo per rendere comune anche lo studio degli importanti problemi ora accennati. Fu quindi costituita una « Commissione per le alte tensioni » composta di 36 membri, e presieduta dal Klingenberg, in cui sono largamente rappresentate le quattro maggiori ditte tedesche (A. E .G. - Bergmann - Brown Boveri - Siemens Schuckert). Gli studi e i lavori sono tuttora in corso ed i loro risultati non possono per ragioni ovvie esser comunicati integralmente. Tuttavia si ritenne opportuno riferirne almeno in parte alla riunione

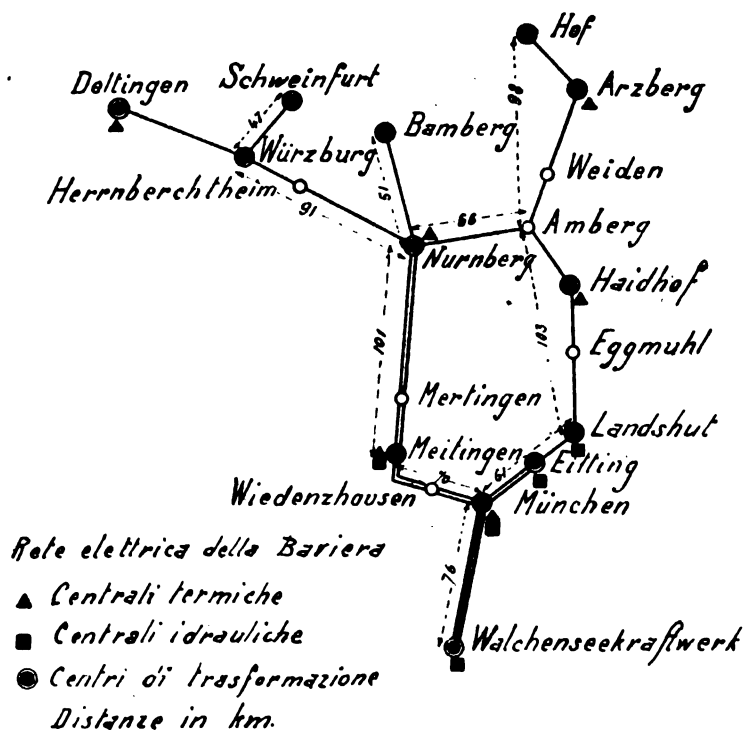



Fig. 1.

del V. D. E., sia perchè in vista di programmi di ancor più ampie reti e più estesi collegamenti elettrici sembrava doveroso far conoscere le limitazioni e le possibilità finora accertate, sia perchè, essendo le ditte obbligate per contratto ad eseguire le forniture secondo i più

(1) Questo articolo fu preparato per fornire lo spunto a una conversazione tecnica sul tema della protezione dei grandi impianti. Esso è desunto da pubblicazioni comparse nell' E. T. Z. 1919, vol. XL, pag 593 e seguenti, e 1920, vol. XLI, pag. 827, 848, 969, 989, 1016 — G. Vallauri.

recenti dettami della tecnica, esse hanno voluto in certo modo fissare pubblicamente i criteri a cui si sono informate e sottoporli alla critica del Verband, per poter eventualmente tener conto di obiezioni e di suggerimenti nei lavori non ancora ultimati.

Il Klingenberg, rallegrandosi che grandi ditte, per lunghi anni divise da aspra concorrenza, abbiano trovato modo di collaborare a una così grande intrapresa, afferma che i frutti dell'accordo fra le migliori forze tecniche, e della comunione dei risultati di esperienza, si sono dimostrati assai abbondanti e preziosi. Il confronto fra essi e il progetto di legge, compilato dal governo germanico per la deprecata socializzazione dell'industria elettrica, fa saltare agli occhi i gravi pericoli della statizzazione, preparata con criteri assai più politici che tecnici da quelli orecchianti, la cui opera è dovunque ancor più dannosa che quella degli assoluti incompetenti.

Lo Schrottke ha tratteggiato in una conferenza riassuntiva i principali risultati degli studi svolti dalla commissione sull'argomento dei dispositivi di protezione. Egli ritiene che convenga raggruppare tali dispositivi in quattro categorie a seconda che riguardano: 1) le sopratensioni; 2) le correnti anormali; 3) le azioni perturbatrici su altri impianti; 4) l'incolumità delle persone.

I. - Protezione contro le sopratensioni.

L'esperienza ha dimostrato che il primo elemento per una efficace difesa contro le sopratensioni è il buon isolamento interno non solo esterno, ma anche interno, intendendosi come isolamento interno quello fra spira e spira di un medesimo avvolgimento (nelle macchine, nei trasformatori ecc.). In questo campo sono stati fatti grandi progressi e si discute solo circa il punto a cui, in base a considerazioni economiche, conviene spingere la protezione preventiva, la quale permette di semplificare, ma non di sopprimere i veri e propri dispositivi esterni di protezione. Questi debbono servire a eliminare gli effetti dannosi delle sopratensioni dovute a quattro cause principali: 1) Contatto a terra intermittente, 2) Temporali, 3) Manovre di inserzione o disinserzione, 4) Sovratensioni a regime.

1) *Contatto a terra intermittente.* — Sono noti gli effetti distruttivi, che può avere un contatto a terra intermittente su una fase, per effetto delle sovratensioni che provoca nelle altre due e anche nella fase stessa. Con la diretta connessione a terra del neutro o con l'uso di scaricatori a corna (con resistenza) inseriti fra fase e terra e tarati per una tensione inferiore alla tensione concatenata (fra due fasi) si evita il contatto intermittente trasformandolo in un vero arco a terra, che provoca a sua volta il funzionamento dei dispositivi di protezione contro le correnti anormali (II). Una vera protezione si ottiene invece in base alla geniale idea del Petersen di introdurre una *spirale smorzatrice* fra il neutro e la terra; questa spirale spegne l'arco intermittente a terra nel punto difettoso, perchè assorbe essa la corrente di capacità che tenderebbe ad alimentarlo. Effetti analoghi a quelli dati dalla spirale del Petersen si possono ottenere col *trasformatore smorzatore* proposto dal Bauch, che è un trasformatore derivato a stella sulla linea, col neutro connesso a terra e con un secondario a triangolo, chiuso su una reattanza eventualmente regolabile (fig. 2). Normalmente il secondario non è percorso da alcuna corrente, ma quando una fase va a terra la stella delle tensioni primarie risulta squilibrata e, per effetto della reazione del secondario, passa attra-

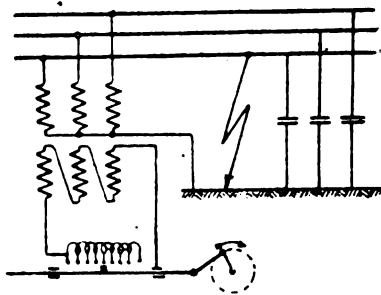



Fig. 2.

verso la connessione fra neutro e terra una corrente. Questa può esser regolata, mediante la reattanza inserita nel secondario, in modo da compensare la corrente di capacità e annullare quindi la corrente risultante attraverso il contatto accidentale a terra. Si può anche disporre che, dopo un certo tempo dal contatto a terra, se questo non cessa, cioè se si tratta di un contatto a terra non intermittente ma stabile, la reattanza venga automaticamente così ridotta da far passare nel punto difettoso una corrente di intensità bastevole a provocare l'entrata in funzione degli apparecchi di protezione per correnti anormali (II). Il trasformatore smorzatore può funzionare, mediante un terzo avvolgimento, anche come trasformatore di servizio o di misura, con voltometri o relais, indicatori dei difetti di fase (fig. 3).

2) *Temporali.* — Contro la diretta caduta del fulmine sulle linee non c'è protezione efficace, perchè, anche con uno o più «cavi di terra» sospesi sopra la linea, non si riesce ad impedire che il fulmine, sfioccandosi negli ultimi 50 o 100 m in numerose ramificazioni, vada ad investire anche i conduttori. Ne nascono onde migranti e scariche sugli isolatori; ed analoghi effetti si hanno se il fulmine cade nella immediata vicinanza della linea, anche senza colpirla direttamente. La connessione a terra attraverso la spirale di *Petersen* o il trasformatore

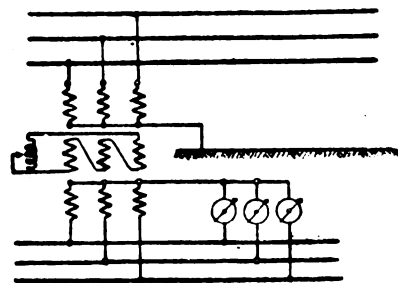



Fig. 3.

di *Bauch* previene il formarsi di cariche statiche e giova in parte anche alla scarica di onde migranti che viaggiano di solito in parallelo sui vari fili della linea. D'altro canto, poichè la tensione provocata dal fulmine ha un suo proprio valore massimo, s'intende che i danni possono essere tanto minori quanto più alta è la tensione per cui l'impianto è costruito. Ma poichè quel limite superiore non è noto, non è razionale rinunciare senz'altro alla protezione nel caso di impianti costruiti per tensioni altissime.

Contro le onde migranti servono anzitutto *le induttanze di protezione* in serie, che hanno il compito di frangere l'urto delle onde in arrivo. A malgrado della possibilità tecnica di affidare questo compito alle prime spirali degli avvolgimenti dei trasformatori, è da ritenersi in genere preferibile l'uso di reattanze separate. La forma di queste ultime e l'uso di resistenze in derivazione su di esse non sembrano avere importanza sostanziale.

Anche la *protezione mediante resistenze* può essere adoperata con profitto. Se si potessero tenere stabilmente inserite resistenze ohmiche in derivazione su ciascuna capacità e su ciascuna autoinduzione dell'impianto, ogni fenomeno transitorio sarebbe energicamente smorzato e le sovratensioni non potrebbero prodursi. Ma tale metodo è inattuabile a cagione dello spreco di energia che provocherebbe a regime. Bisogna pertanto ricorrere all'inserzione delle resistenze solo nei momenti in cui essa è necessaria, e a tal fine si usano gli *scaricatori*, ma ciò porta con sè la grave complicazione del ritardo della scarica, che costringe i materiali isolanti a sostenere da soli per un certo tempo la sovratensione. Ad ogni modo questo genere di protezione, che per ora in via di prova è stato escluso dagli impianti a tensione altissima, è invece indispensabile per quelli a tensione più moderata.

Recentemente è stata anche proposta dal *Nagel* la *protezione mediante punte*, utilizzando gli effluvi che può provocare una sopratensione in un conduttore spinato. In realtà questa protezione non sembra molto efficace, a meno che non la si estenda a tutta la linea, ciò che per molte ragioni non è pratico. Un tronco di linea spinata della lunghezza di 1 km (come proposto dal *Nagel*) è percorso dalla sopratensione in 1/300 000 di secondo e il dispositivo non può quindi sottrarre all'onda se non una parte molto piccola della sua energia. Inoltre l'azione diminuisce rapidamente al decrescere della tensione e però il dispositivo apparisce senza confronto meno efficace, che non l'uso di resistenze inserite da scaricatori.

La *protezione mediante condensatori*, introdotta con tante speranze, ha subito un notevole arresto, probabilmente perchè durante la guerra non è stato possibile costruire condensatori veramente ottimi. E' infatti risaputo che condensatori cattivi o mediocri sono assai più dannosi che utili, perchè la loro perforazione provoca di solito energiche e pericolose sovratensioni. L'aggiunta di resistenze di smorzamento attenua queste ultime, ma ostacola altresì l'azione protettiva dei condensatori.

3) *Manovre di inserzione e disinserzione.* — Ogni manovra, che provochi una perturbazione nell'equilibrio elettrico e magnetico dell'impianto, è accompagnata da sovratensioni. Queste non sono sostanzialmente diverse da quelle dovute al contatto a terra intermittente (I, 1) o ai temporali (I, 2) e permettono l'uso di analoghi dispositivi di protezione. Vi è tuttavia una differenza in ciò, che nel caso attuale le sopratensioni si determinano prevalentemente tra fase e fase, invece che fra linea e terra. Inoltre è qui possibile un altro efficace mezzo di protezione consistente negli *interruttori a resistenza*, in cui i valori di resistenza da inserire negli stadi intermedi della manovra debbono essere proporzionati agli apparecchi, macchinari, linee ecc. da proteggere. Questi dispositivi sono specialmente preziosi per evitare le sopratensioni dovute a errori nella messa in parallelo e debbono comprendere resistenze capaci di reggere anche alla eventuale chiusura su un corto circuito.

4) *Sovratensioni a regime.* — Possono nascere per fenomeni di risonanza, a frequenza fondamentale, fra le capacità e le autoinduzioni dell'impianto e non possono naturalmente essere eliminate senza modificare l'impianto stesso. Analoghi fenomeni possono aversi rispetto alle frequenze armoniche, ma a queste si può in varia maniera

provvedere. Giova tuttavia imporre che l'ampiezza delle singole armoniche della f. e. m. dei generatori non superi il 3% dell'ampiezza fondamentale.

Degne di nota sono anche le sopratensioni che, per effetto di capacità fra i due avvolgimenti, si possono produrre nel secondario di un trasformatore, quando una fase della rete primaria è a terra e il secondario non connesso con un'ampia rete. A ciò si ovvia collegando a terra il neutro del secondario attraverso un'adatta resistenza e lo stesso dispositivo vale anche per il caso assai meno probabile di un diretto contatto fra primario e secondario.

II. - Protezione contro le correnti anormali.

La protezione contro le correnti anormali ha per iscopo l'esclusione delle parti di impianto in cui si è determinato un corto circuito o un contatto a terra stabile. Si tratta quindi di dispositivi miranti a eliminare le conseguenze del difetto, non a prevenirlo. Essi rientrano pertanto nei dispositivi di controllo.

1) *Interruttori*. — Questi apparecchi sono stati sviluppati da parecchie ditte in modo da far fronte bene alla rottura dei più gravi corti circuiti, che possono presentarsi nei grandissimi impianti moderni.

2) *Reattanze di protezione*. — Analoghe a quelle introdotte (I, 2) per la protezione contro le onde migranti, queste reattanze, inserite in vario modo negli schemi, hanno lo scopo affatto diverso di moderare le improvvise correnti di corto circuito. Esse sono tuttavia ingombranti e costose e si cerca di eliminarle accrescendo la reattanza interna dei generatori, la quale può essere oggi anche nelle macchine più grandi bastevole a limitare la corrente *istantanea* di corto circuito a 15 volte il valore normale. Le reattanze inserite nelle sbarre possono giovare a effettuare una compensazione di carico fra tratti di sbarre aventi in giusta misura alimentazione e erogazione, tali cioè da poter funzionare anche separatamente. Effettiva utilità hanno le reattanze in serie sugli alimentatori (feeders), quando questi sono numerosi, ma appunto in tal caso la loro adozione è assai costosa ed è probabile che in avvenire ci si affidi sempre più all'esatto funzionamento dei singoli interruttori automatici.

Indispensabili sono invece le reattanze di protezione, quando si collega un vecchio e piccolo impianto con uno nuovo e grande; sebbene tali collegamenti siano spesso per i piccoli impianti un vero salto nel buio. Infatti in ultima analisi la sicurezza di esercizio di un impianto è commisurata alla corrente di corto circuito che esso può sopportare, e collegando un piccolo impianto ad uno assai maggiore, non si possono interporre reattanze così grandi da limitare l'accrescimento della corrente di corto circuito per l'impianto minore, altrimenti si impedirebbe anche ogni utile scambio di energia.

3). *Frazionamento delle linee*. — Per separare il tronco che ha provocato la corrente anormale ed eliminarlo dalla rete, si usano dispositivi, il cui funzionamento può dipendere dalla tensione, dalla corrente e dal tempo; e che si classificano in *a*) interruttori automatici in cui il ritardo di apertura dipende dalla tensione o dalla corrente o da ambedue, *b*) interruttori automatici a tempo fisso, *c*) interruttori a comando differenziale, *d*) interruttori a ritorno di energia. Mentre gl'interruttori di queste due ultime categorie sono fatti

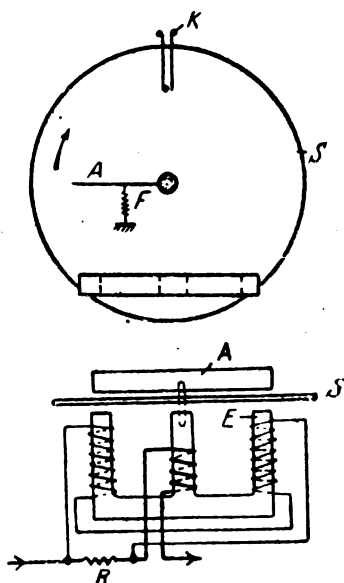



Fig. 4.

funzionare senza ritardo di tempo, quelli delle prime due debbono essere opportunamente graduati nel tempo, affinchè esercitino la necessaria azione selettiva nel senso di isolare ed escludere il solo tratto difettoso. La gradazione di tempo deve avvenire con differenze non inferiori a mezzo secondo, per tener conto delle imperfezioni dei meccanismi. Quanto alla scelta fra le prime due categorie di interruttori molto ci sarebbe da discutere e lo stesso può dirsi circa la scelta fra le ultime due, le quali del resto possono anche combinarsi in sistemi misti. D'altro canto si deve rilevare che la grande lunghezza raggiunta dalle linee di trasporto esclude in genere, per la protezione di esse, l'uso del sistema differenziale con linee ausiliarie.

3.a) *Sistema Biermanns*. — Appartiene al primo gruppo ed ha di mira sopratutto la selettività degli automatici per raggiungere l'intento di isolare il solo tratto difettoso di un impianto; esso si basa sull'uso di uno speciale relais ideato dall'A. Questo relais, che deve essere alimentato attraverso un riduttore di corrente, è rappresentato in fig. 4 ed ha la solita forma di motorino a induzione con indotto a disco S (a campo dissimmetrico) e induttore a tre gambe *E*. L'eccitazione della gamba centrale è in serie, quella delle due laterali è derivata su una resistenza *R* e le cose sono regolate in modo che la gamba centrale sia già satura con la corrente normale, mentre le altre due sono pochissimo sature. Ne segue che la coppia e quindi anche la velocità del disco e l'inversa del tempo di scatto crescono linearmente al crescere del sovraccarico in tutto l'intervallo fra 1,25 e 40 volte la corrente normale. Il moto del disco è ostacolato dalla molla *F* o da un contrappeso e lo scatto avviene quando la leva *A* chiude il contatto *K*. Poichè la resistenza *R* e il disco *S* sono dello stesso materiale, l'errore di tempo dovuto alla temperatura è praticamente nullo.

I noti inconvenienti degli analoghi relais del tipo *Ferraris* ordinario (quali l'eccessivo valore del rapporto fra la corrente per cui il relais si mette in moto e quella per cui esso ritorna alla posizione di riposo, il funzionamento per inerzia dopo che un altro automatico

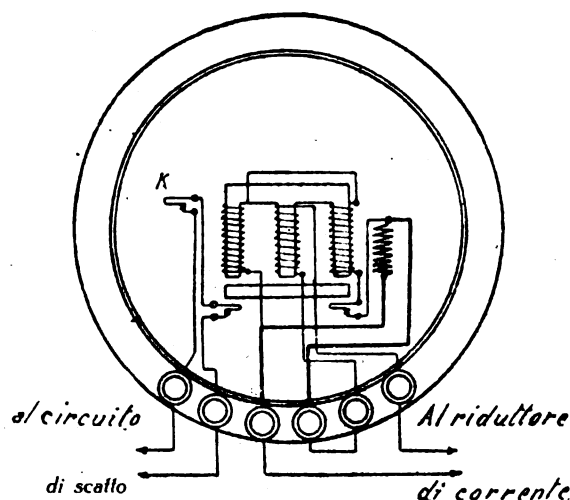



Fig. 5.

è già scattato, la legge quadratica di dipendenza fra tempo di scatto e corrente nel caso di correnti moderate) sono eliminati con l'aiuto di uno speciale relais istantaneo di corrente. Questo è costituito dall'ancoretta *A* che può spostarsi leggermente in direzione parallela all'asse del disco e chiude così due contatti (fig. 5), inseriti l'uno nel circuito di eccitazione delle gambe laterali, l'altro nel circuito di comando dello scatto (che comprende anche il contatto *K*). Appena la corrente scende al disotto di un valore critico, l'ancoretta *A* torna alla condizione di riposo e con ciò il relais diventa inattivo. La intensità di corrente per cui il disco si mette in moto è appena 1,05 volte quella per cui il disco torna indietro. Poichè la regolazione della corrente e quella del tempo si possono fare indipendentemente, si comprende come un simile relais si presti assai bene per una sicura azione selettiva, anche su reti assai complesse.

Nel caso di sbarre e linee principali collegate ad anello si può anche trar partito di relais, in cui il tempo di funzionamento dipenda dalla tensione di linea (la quale sarà tanto più bassa quanto più si è prossimi al corto circuito). Ciò si può ottenere sostituendo all'ordinario freno a ventaglio un freno a disco ruotante fra i poli di un elettromagnete a corrente alternata eccitato dalla tensione di rete e regolato in serie mediante resistenze speciali (ad es. del tipo in filo di ferro nel vuoto o in gas inerti), allo scopo di ottenere le volute caratteristiche.

3.b) *Sistema Bauch*. — Appartiene al secondo gruppo e consiste nell'isolamento della parte difettosa di un circuito ad anello o a maglia chiusa mediante relais a tempo fisso, graduati opportunamente rispetto al tempo e disposti in modo da funzionare solo se l'energia viaggia in un senso determinato. Così in fig. 6, se i relais *R* possono funzionare solo quando l'energia si sposta nel senso indicato dalle rispettive frecce e con ritardi (ad es. in secondi o in mezzi secondi) eguali a quelli indicati dalle cifre, si ha la certezza dell'isolamento del solo tronco difettoso: ad es. per un corto circuito nel tronco II scatteranno solamente i relais R'_2 (dopo 2 secondi) ed R_3 (dopo 3 secondi). La dipendenza del funzionamento dal senso secondo cui viaggia l'energia si ottiene mediante relais wattometrici capaci di agire anche quando la tensione sia ridotta all'1% del valore normale.

Nel caso di più linee parallele si può realizzare una protezione equivalente a quella differenziale, ma senza bisogno di linee ausiliarie, anche quando l'alimentazione è fatta da un solo estremo. I secondari dei riduttori di corrente, a ciò adoperati, non sono inseriti

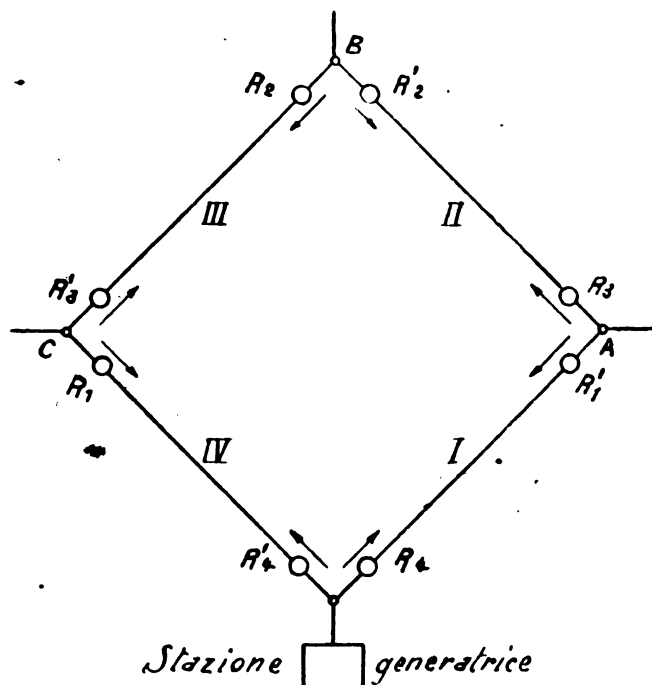



Fig. 6.

l'uno in opposizione all'altro come nel sistema Merz-Price, ma a poligono (fig. 7); ed alimentano i relais in modo tale da dar corrente, in caso di corto circuito su una linea, a quelli che fanno capo alla linea danneggiata. Il sistema può essere completato così da farlo azionare anche per effetto del contatto a terra, che di solito precede

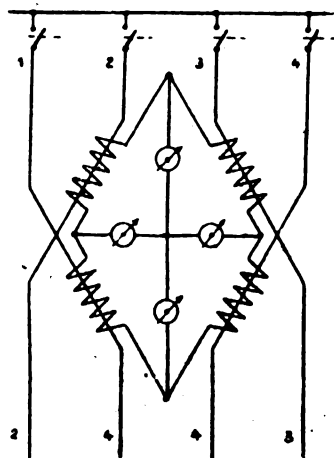



Fig. 7.

il corto circuito. Ciò si realizza tenendo presente che in seguito ad un contatto a terra la risultante delle correnti istantanee nelle tre fasi non è più nulla, ma dà luogo a una corrente residua che si utilizza per azionare i relais. La fig. 8 presenta uno schema di questo genere per proteggere una linea, sia contro il corto circuito, sia contro il contatto a terra; esso comprende anche i relais wattometrici a ritorno di energia per ottenere il funzionamento in un solo senso. Nel caso di più linee parallele il dispositivo può essere studiato in modo da escludere quella, in cui si abbia la rottura di un filo, anche senza contatto a terra o corto circuito.

Nel caso che il corto circuito o il contatto a terra si determinino non sulle linee, ma sulle sbarre di una sottostazione alimentata da due parti (come ad es. A, B, C in fig. 6), il distacco dei tronchi di linea adiacenti dalle due sottostazioni più prossime avviene regolarmente se la linea è semplice; ma se la linea è doppia, i dispositivi differenziali non rispondono, perchè non v'è squilibrio di carico fra le due terne. Si provvede anche a questa eventualità con relais a mancanza di tensione, azionati ciascuno da una tensione composita risultante dalla tensione a stella di una fase delle sbarre e dalla tensione fra il centro di stella e la terra.

Assai più difficile è la protezione contro i *contatti a terra multipli* e cioè contro i contatti a terra di diverse fasi in punti diversi dell'impianto. In questo caso può il difetto non essere risentito come un vero corto circuito, ma bensì come un aumento di carico. La possibilità di tali condizioni rende consigliabile esaminare se non convenga, specie nei grandi impianti, escludere senz'altro i contatti a terra.

Sulle basi indicate è stato fatto lo studio della protezione contro le correnti anormali per la grande rete a 100 kV, che deve collegare gl'impianti termici ed idraulici della Baviera. E se a prima vista taluno può essere scettico sulla sicurezza di funzionamento di schemi in apparenza assai complicati e comprendenti molti relais, non si deve dimenticare che con una costruzione ed una manutenzione coscienziose, con la chiusura dei contatti in iscatole protette contro la polvere e con altre disposizioni ormai sanzionate dalla pratica si può nutrire negli apparecchi automatici una fiducia più che giustificata. Ciò non esclude che nello studio di una rete si possa estendere la previsione anche al suo comportamento nel caso di mancato o erroneo funzionamento di taluno degli automatici.

4) *Protezione dei trasformatori.* — Prescindendo dall'eccessivo riscaldamento globale, che si può prevenire con relais termici, occorre proteggersi sia contro i corti circuiti fra spire, sia contro i difetti nel ferro attivo (bruciature del ferro). Ma se i primi si rivelano

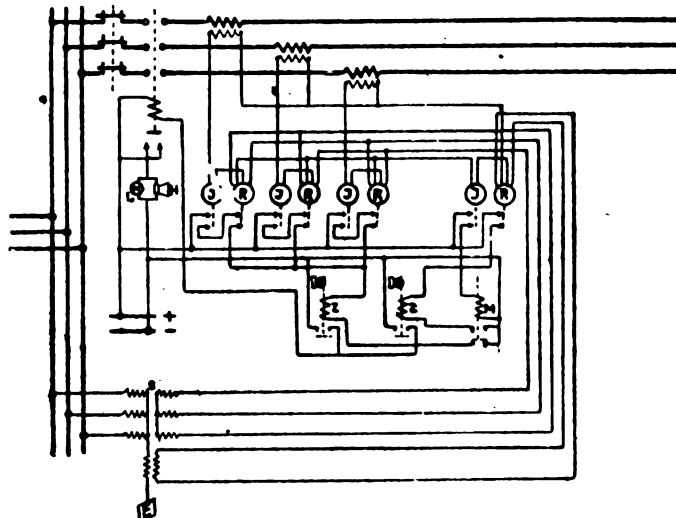



Fig. 8.

L lampada di segnalazione - *H* sirena di segnalazione - *J* relais amperometrici - *R* relais wattometrici - *Z* relais a tempo - *M* relais intermedio.

agevolmente con i moderni dispositivi differenziali, i secondi sono assai difficili a sorvegliarsi, laddove occorrerebbe averne sentore prima del loro pericoloso aggravarsi. Si è pensato a utilizzare a tal fine le variazioni di perdite interne mediante apparecchi differenziali, il cui funzionamento dipende appunto dalla differenza fra potenza primaria e potenza secondaria. Una buona protezione contro ambedue i difetti (nel caso di trasformatori stella - stella) sembra esser quella proposta

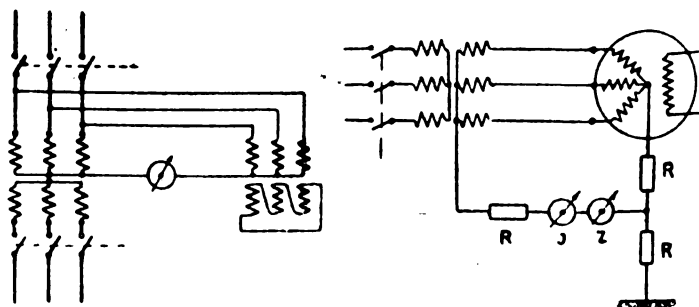



Fig. 9. Fig. 10.

dal *Bauch* (fig. 9), in cui sul lato a bassa tensione è derivato un piccolo trasformatore che è una copia in iscala ridotta del trasformatore principale, con gli stessi valori di induzione ecc.; i due neutri sono collegati attraverso un relais sensibile. Appena per corti circuiti di spire o bruciature nel ferro si modifica la distribuzione del flusso nel trasformatore principale si determina una tensione relativa fra i due centri di stella ed il relais è messo in azione.

5) *Protezione dei generatori.* — Anche per i generatori si va diffondendo il sistema differenziale, ma sono sopra tutto usati i relais a ritorno di energia. Il criterio fondamentale è che, in caso di perturbazioni, una unità generatrice deve essere distaccata, solo se è stata direttamente colpita dall'avaria. Il sistema di protezione può essere reso più completo mediante un altro dispositivo del *Bauch* analogo a quello proposto per i trasformatori, (fig. 10). Esso si applica al caso di generatori formanti una sola unità col loro trasformatore e si basa sul collegamento dei due neutri fra loro e con la terra, attraverso opportune resistenze R e due relais Z e J l'uno a tempo, l'altro a massimo di corrente. In tal modo qualunque anomalia nel generatore o nel trasformatore viene prontamente segnalata e può comandare il distacco dell'unità e l'interruzione della sua eccitazione. La protezione contro errori di messa in parallelo o avarie nella macchina motrice è assicurata dai relais a ritorno di energia.

III. - Protezione contro le azioni perturbatrici su altri impianti.

Le condutture elettriche che corrono in prossimità dei grandi trasporti di energia sono soggette a effetti di: 1) induzione elettrostatica, 2) induzione elettromagnetica, 3) dispersione. Questi effetti sono praticamente trascurabili per le linee e reti di distribuzione o si limitano a moderate sovratensioni, ma possono invece dar luogo a inconvenienti intollerabili nelle linee telegrafiche e telefoniche.

1) *Induzione elettrostatica.* — Le linee a bassa tensione sono concatenate elettrostaticamente colle linee ad alta tensione attraverso la capacità che presentano rispetto ad esse e rispetto alla terra. Per conseguenza tutti i fenomeni che danno luogo a variazioni di potenziale sulla linea principale si riflettono nella linea a bassa tensione, perturbandone le condizioni. Specialmente sensibili sono le ripercussioni dei contatti a terra. I metodi per il calcolo delle singole capacità e degli effetti corrispondenti sono ben noti. Quanto alla protezione essa è affidata di solito agli scaricatori a vuoto, ma il loro funzionamento dà luogo a tali rumori nel telefono da renderne l'uso assai penoso e a lungo andare anche pericoloso per le persone. Poichè d'altro canto gli scaricatori a vuoto rispondono a tensioni dell'ordine di 300 V la protezione contro l'induzione elettrostatica si può considerare raggiunta, se si è ottenuto che la tensione indotta fra linea telefonica e terra non superi 300 V o che almeno l'energia comunicata allo scaricatore non superi 0,01 Joule.

2) *Induzione elettromagnetica.* — Il campo magnetico, prodotto dalle correnti della linea di trasporto, provoca correnti indotte nelle linee di comunicazione, che, se pure non le danneggiano, possono tuttavia disturbare in varia misura il servizio. L'induzione cresce moltissimo quando un conduttore della linea di trasporto va a terra, perchè allora la corrente di terra forma con quelle di linea una grande lamina magnetica. L'induzione elettromagnetica, a differenza della induzione elettrostatica che provoca la stessa tensione su tutto il filo indotto, dà luogo a una tensione che va crescendo lungo il filo, così che, se un estremo di esso è a terra, si ha il massimo di tensione all'estremo isolato.

Sono noti gli artifici per prevenire e attenuare questi inconvenienti, come il mantenere a notevole distanza le due linee, evitare

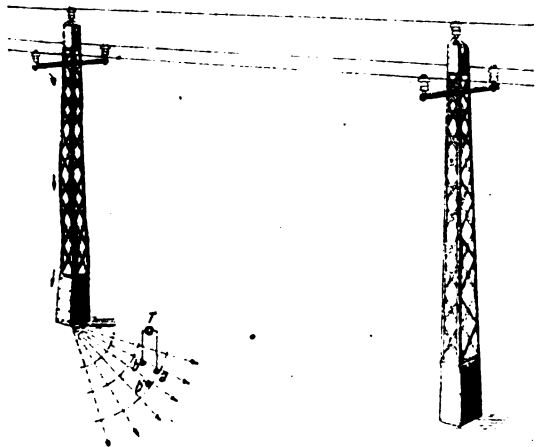
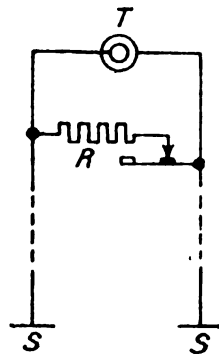



Fig. 11. Fig. 12.

i lunghi parallelismi, ridurre o annullare la corrente attraverso i contatti a terra degli impianti. Lo « spiraleggiamento » dei fili della conduttura a bassa tensione è indispensabile per evitare disturbi a regime, ma è inefficace contro i disturbi prodotti dai contatti a terra. In occasione dello studio delle linee ad altissima tensione per la rete bavarese, ed in base ad acconcie ipotesi particolari, sono stati calcolati i valori riportati dalla seguente tabella, come criterio per la protezione delle linee telegrafoniche.

Distanza fra le due linee	Induzione elettrostatica: Tensione indotta	Induzione elettrostatica: Lunghezza massima del parallelismo	Induzione elettromagnetica: Valor massimo del prodotto fra lunghezza di parallelismo (km) e corrente di contatto a terra (Ampère)
10 m	7160 V	10 m	2920 A × km
50	670	1180	4600
75	316	5300	5200
100	181	16200	5600
125	118	38000	6140
150	82	—	6640
175	60	—	7060
200	46	—	7500

Così ad es. per una distanza di 150 m fra le due linee e una corrente di contatto a terra di 400 A la massima lunghezza ammissibile del parallelismo è di $\frac{6640}{400} = 16,6$ km.

3) *Correnti disperse.* — Nel caso di contatti a terra multipli (di fasi differenti e in punti diversi dell'impianto) si hanno non solo forti effetti di induzione elettromagnetica, ma anche vere derivazioni di corrente dalla terra nelle linee telegrafoniche, se queste ultime hanno connessioni a terra. In tal caso più che di protezione deve trattarsi di prevenzione, occorre cioè come si è già rilevato (II . 3 . b), che i contatti a terra multipli non possano verificarsi, ma che già i singoli contatti a terra siano eliminati dagli appositi dispositivi « per correnti anormali ».

IV. - Protezione della incolumità delle persone.

Contro un contatto volontario con le parti sotto tensione la protezione è impossibile; bisogna quindi provvedere a eliminare soltanto la possibilità di contatti involontari e accidentali. I locali ad alta tensione debbono essere tenuti chiusi, così che vi acceda unicamente il personale destinato, il quale a sua volta è protetto mediante ringhiere, griglie ecc. Ma questi dispositivi non debbono in alcun modo rendere più difficile la sorveglianza e la revisione di ogni parte dell'impianto.

La probabilità di rottura di linee aeree deve essere resa minima con l'adozione di norme adeguate dal punto di vista meccanico. I maggiori pericoli derivano dai più o meno perfetti contatti a terra attraverso gl'isolatori e i sostegni e si ha qui un nuovo argomento in favore dei dispositivi che tendono ad eliminare i tratti di linea in cui si è determinato un contatto a terra. Ad ogni modo l'interruzione non è mai istantanea e il pericolo, almeno transitoriamente, permane (*). Contro di esso si è largamente diffusa la norma della messa a terra

Fig. 13.

dei sostegni, ma anche questa è inefficace, se la resistenza della connessione a terra non è piccolissima, ovvero se la corrente che l'attraversa è eccessiva. Anche l'altro metodo di protezione, quello per isolamento delle parti che possono eventualmente trovarsi in tensione è incompleto e in molti casi non praticabile. Meglio è combinare insieme opportunamente i due metodi, mettendo ad es. bene a terra ogni sostegno metallico, ma usando anche pedane, ringhiere, griglie isolate, così che il personale non possa toccare quei sostegni se non quando è isolato da terra. Per sorvegliare la bontà di una presa di terra (la quale può peggiorare sopratutto per prosciugamento del

(*) Per riconoscere in quale traliccio di sostegno di una linea ad alta tensione si abbia il contatto più o meno perfetto verso la terra (riconoscimento che non sempre è facile), la Siemens propone un dispositivo che raccoglie la corrente dispersa nel suolo e di cui si intendono facilmente così il principio come l'attuazione, esaminando le fig. 11, 12 e 13 (Siemens Zeitschrift, marzo 1921, N. 3, pag. 75).

terreno circostante) lo Zipp propone il semplice dispositivo indicato in fig. 14. Quando la tensione fra la presa di terra principale e la sonda *A* supera un certo limite, il relais fa agire un segnale o distacca addirittura quella parte di impianto. Il pericolo maggiore è pur sempre dato, come si è detto, dai tralicci metallici di linea, e contro di esso giova l'uso del cavo d'acciaio di collegamento, che è

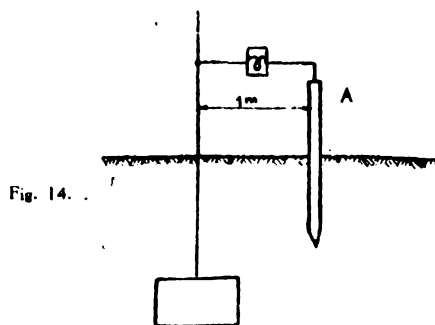



Fig. 14.

invece, come si è visto, inefficace riguardo alla protezione contro il fulmine, e può quindi indifferentemente esser posto sopra o sotto la linea. Ma negli impianti molto estesi la sezione e la conduttività del cavo d'acciaio possono non bastare a portare la corrente che vi si riversa nel caso di contatti multipli a terra, i quali debbono perciò essere ad ogni modo evitati (II . 3 . b).

DISCUSSIONE.

La discussione della comunicazione Schrottke si è imperniata su alcuni punti tuttora alquanto controversi. Secondo *Petersen* la maggiore chiarezza e la più diffusa uniformità di vedute, in materia di protezione, si risolvono in semplificazione ed in economia degli impianti. Lo schema generale per gli impianti ad altissima tensione si può ridurre alla protezione 1) contro il contatto a terra, 2) contro le onde migranti, 3) contro le correnti anormali. In particolare la protezione dei trasformatori contro le sopratensioni fra spira e spira potrà forse essere in avvenire così migliorata da rendere superflue le induttanze esterne. Quanto alle tensioni fra primario, secondario e massa le norme del Verband sono troppo indulgenti; con una tensione di esercizio di 10 kV si dovrebbe applicare una tensione di prova di 37,5 kV o forse si potrebbero prescrivere norme di due gradi, adottando le più severe per i trasformatori destinati a collegarsi con grandi impianti. Più difficile è la questione della protezione degli impianti a tensioni più modeste (10 a 20 kV), ma anch'essa si viene chiarificando.

Riguardo alla protezione contro *il contatto a terra intermittente*, *Petersen* polemizza con *Bauch* affermando che i vantaggi di regolabilità del trasformatore smorzatore da lui proposto (I, I), in luogo della semplice reattanza, non hanno molto peso, laddove è sensibile lo svantaggio della potenza permanentemente assorbita dal trasformatore stesso. *Bauch* risponde che negli impianti ad altissime tensioni è necessaria una assai più esatta compensazione della corrente di terra, al che serve assai bene il suo trasformatore smorzatore. *Roth* conferma che, in base ad esperienze, le spirali smorzatrici del *Petersen* non riuscirebbero così efficaci nel caso delle altissime tensioni, come in quello delle tensioni più moderate; e che converrebbe in generale non centralizzarle troppo, ma installarne in vari punti, nel caso di impianti molto estesi. *Bendmann* ritiene che l'adozione della spirale smorzatrice del *Petersen* possa accrescere i pericoli per le persone, se la corrente nel contatto a terra non è, come spesso accade, esattamente compensata. Ma *Auernheimer* cita per contro due esempi, che dimostrano come la presenza della spirale smorzatrice possa attenuare di molto i pericoli per una persona, che metta accidentalmente in contatto una fase con la terra.

Sempre riguardo al tipo di protezione *Petersen*, *Görges* considera l'eventualità della interruzione di una fase, in prossimità della centrale generatrice; e fa rilevare come fra la spirale di protezione e la capacità a terra delle altre due fasi, si formi in tal caso un circuito contenente capacità e autoinduzione, che entra in risonanza con esaltazione di tensione tanto più forte, quanto più il valore dell'autoinduzione L si approssima ai $3/2$ di quello teoricamente necessario per la compensazione della corrente di terra. *Roth* cita un caso in cui tale inconveniente si è effettivamente presentato. Esso può anche verificarsi all'apertura o alla chiusura dell'interruttore di linea, se il contatto sulle tre fasi non è esattamente simultaneo. L'inconveniente può attenuarsi sia facendo la spirale smorzatrice con circuito magnetico saturabile, sia derivando su di essa uno scaricatore a corna.

Petersen insiste sul fatto che con spirali smorzatrici a circuito magnetico saturabile i fenomeni di risonanza temuti dal *Görges* non possono esaltarsi oltre un certo limite. Riconosce che nel caso di grandi reti conviene usare un certo numero di spirali smorzatrici, per ottenere che, anche distaccandosi una parte dell'impianto, permanga una sufficiente compensazione delle eventuali correnti di terra.

Riguardo alla protezione contro le *onde migranti*, *Biermanns* conferma che la protezione dei trasformatori mediante bobine in serie limita spesso la sua efficacia alle prime spirali dell'avvolgimento interno e per di più può dar luogo a pericolose sovratensioni di risonanza, quando le bobine di protezione non sono shuntate da opportune resistenze non induttive. Secondo *Roth* l'isolamento fra spira e spira dei trasformatori non è decisivo nei riguardi della protezione, perchè il cimento provocato dall'arrivo di un'onda migrante dipende in larga misura, a pari isolamento delle spire, dalla forma e dal tipo dell'avvolgimento e specialmente dalla sua resistenza d'onda. Le norme, per quanto difficili a stabilirsi, dovrebbero contemplare codesto cimento e non la tensione tra spira e spira; infatti i corti circuiti non cominciano fra spira e spira, ma fra i capi di ciambelle contigue. Per lo stesso motivo l'efficacia delle reattanze esterne dipende dal particolare trasformatore con cui sono collegate. Con valori di autoinduzione dell'ordine di 1 mH si constata in generale un peggioramento anzichè un miglioramento delle condizioni del trasformatore. Solo con valori oltre 1,5 mH si comincia ad avere, e non in tutti i casi, un vantaggio. Con grandi trasformatori e con $L = 5$ mH si è avuta una riduzione a metà del cimento delle prime spire interne. Ad ogni modo il dimensionamento della bobina esterna e dell'avvolgimento interno sono strettamente legati. Per contro non hanno alcuna influenza la forma particolare delle bobine esterne e la loro capacità propria, sempre assai piccola. *Stern* osserva tuttavia, contrariamente a *Roth*, che i corti circuiti per onde migranti nei trasformatori cominciano spesso fra spira e spira.

Un perfezionamento notevole, apportato agli scaricatori a corna, consisterebbe in un dispositivo del *Bendmann*, secondo il quale, appena innescatosi l'arco sullo scaricatore, quest'ultimo vien chiuso in corto circuito da un interruttore in olio che provvede subito dopo alla rottura automatica della corrente. Con ciò si risparmia il notevole spazio da lasciarsi sopra e intorno alle corna, si può dare alla resistenza smorzatrice il valore più conveniente e si possono ridurre le sue dimensioni e il suo costo, perchè essa è cimentata per un tempo assai più breve. Il dispositivo sarebbe per ora applicabile fino a 35 kV. Esso permetterebbe di scaricare una sopratensione e di isolare di nuovo la linea in 1/20 - 1/10 di secondo e potrebbe anche assorbire la corrente di un contatto intermittente a terra, scaricando la sopratensione che ne consegue nelle altre fasi.

Una forma particolare e pericolosa di sopratensione è data, secondo *Roth*, dalle «*oscillazioni del punto neutro*». Esse sono provocate dall'arrivo di un'onda migrante «in parallelo» sui vari fili di linea, come accade appunto in occasione di fulmini. Si sono osservate sopratensioni al neutro di poco inferiori al doppio della tensione del fronte d'onda in arrivo. Se ciò produce una scarica fra neutro e terra nascono anche sovratensioni interne fra spire. Unico rimedio sarebbero gli scaricatori a corna, ma l'ingombro ne diventa grandissimo per tensioni molto alte. Tentativi per sostituirli mediante scaricatori a perossido di piombo non sono riusciti e non resterebbe che il ben noto scaricatore a *coppie piombo - alluminio*, il quale tuttavia ha il non piccolo inconveniente di richiedere oltre alla carica giornaliera una continua sorveglianza e manutenzione. A questo riguardo *Stern* ed altri confermano che lo scaricatore ad alluminio per gl'impianti ad altissima tensione (in cui deve essere inserito in serie con un altro scaricatore a spazio d'aria) è più dannoso che utile. Il fatto che gli Americani lo usino largamente senza rilevarne gl'inconvenienti è dovuto, secondo *Stern*, a ciò che i loro trasformatori sono molto meglio protetti costruttivamente contro le sopratensioni interne, che non i trasformatori tedeschi.

Passando alla protezione contro le *correnti anormali*, *Vogelsang* rileva che il sistema di automatici con graduazione del ritardo di tempo descritto dallo *Schrottke* diventa eccessivamente complicato nel caso di una rete a molte maglie, e loda l'uso di «relais a perdita di tensione». Essi vengono collegati con i relais di sopracorrente in modo da subordinare il funzionamento di questi ultimi alla caduta di tensione. In tal modo sarebbe senz'altro assicurata, e con eguale sollecitudine, la esclusione del solo tronco difettoso. Della stessa opinione è *Bendmann*, secondo il quale non conviene inoltre disporre che gl'interruttori a tempo abbiano lo scatto istantaneo nel caso di un vero corto circuito, perchè, come è noto, il corto circuito di scarica (o corto circuito istantaneo) può essere 3 o 4 volte più intenso del corto circuito a regime e però, disponendo sul relais uno smorzatore che ritardi in ogni caso lo scatto di 1/2 a 1 secondo, si cimenta assai meno l'interruttore, senza che il generatore possa in generale subire alcun danno.

Bauch per contro ritiene opportuno affidare la esclusione dei tronchi in cui è avvenuto un corto circuito, al funzionamento di relais con ritardi fissi di tempo; e ciò perchè nel caso degli altri dispositivi, basati sulla perdita di tensione, il distacco del tronco difettoso è di solito troppo ritardato e ciò rende assai più estese su tutta la rete le ripercussioni del corto circuito stesso. La rigidità del sistema a ritardi di tempo fissi ha il pregio di definire in modo univoco il comportamento dell'impianto di fronte al presentarsi di una corrente anormale.

Il *Roth* accenna anche ai «*regolatori di protezione contro le sopracorrenti*» largamente diffusi in Isvizzera e intesi a ridurre la corrente di corto circuito stabile a circa 1,3 volte la corrente normale. Col loro ausilio gli interruttori automatici debbono rompere correnti molto meno intense e anche la caduta fuori fase di macchine in parallelo è meno frequente, perchè il punto difettoso viene escluso e la tensione risale progressivamente; che anzi talvolta la forte riduzione di tensione fa sì che il corto circuito si elimina da sè e tutto torna allo stato normale.

Mentre lo *Schrottke* ha ripetutamente insistito sulla necessità (II. 3 b, III. 3 e IV) di eliminare i tronchi su cui si determina il *contatto a terra*, il *Petersen* ritiene che l'isolamento generalmente adottato per le linee consenta di continuare provvisoriamente il servizio anche con un contatto a terra; e quanto alle eccessive correnti nel cavo d'acciaio di collegamento fra i pali, afferma che la sua forte reattanza evita di solito questo pericolo. Non bisogna poi con troppi interruttori automatici accrescere oltre lo stretto necessario il numero delle interruzioni agli utenti. Cita il caso dell'impianto Bitterfeld - Golpa - Berlino (a 110 kV), che ha lavorato per oltre un'ora (e cioè fino all'entrata in servizio della riserva termica) con una fase a terra; esso aveva in quelle condizioni una corrente di terra di 47 A ed una corrente nella spirale smorzatrice di 54 A. Quest'ultima dovrebbe avere secondo *Petersen* dimensioni tali da poter restare anche durevolmente sotto corrente.

Warrelmann, riferendosi al punto di vista degli esercenti, ritiene troppo complicati i dispositivi e gli schemi proposti nella relazione riguardo alla protezione contro le correnti anormali. La semplicità degli impianti e delle manovre a mano, in confronto di complicati automatismi, ha grande pregio. Per lo stesso motivo bisognerà attendere il responso della pratica riguardo all'aggiunta di interruttori ad olio in parallelo sugli scaricatori a corna, proposta dal *Bendmann*.

Rispondendo alle varie osservazioni, *Schrottke* insiste sulla superiorità del trasformatore smorzatore del *Bauch* in confronto con la spirale smorzatrice del *Petersen*, specialmente nei riguardi dell'esatta compensazione della corrente di terra, che sarebbe tanto più necessaria quanto più alta è la tensione dell'impianto. Conferma che non è conveniente mantenere in esercizio grandi impianti con un contatto accidentale a terra per gl'intollerabili disturbi telegrafonici e per i pericoli relativi alla incolumità delle persone. Si dichiara favorevole alla semplicità dei dispositivi di protezione, ma afferma che la complicazione dei sistemi selettivi a ritardo di tempo fisso è un male necessario, perchè gli altri sistemi e specialmente quelli a perdita di tensione non sono a suo giudizio altrettanto sicuri e meritevoli di fiducia.

LETTERE ALLA REDAZIONE

Ancora per la conoscenza dell'Italia all'estero.

Riceviamo e pubblichiamo:

Milano, 11 Maggio 1921.

Spett. Redazione della Rivista « L'Elettrotecnica »
Via S. Paolo, 10 MILANO.

Leggiamo, riportata e commentata nel n. 13 del corr. anno dell'Elettrotecnica, una lettera relativa ad un trafiletto apparso su una rivista americana sugli studi compiuti in Italia da due tecnici americani al fine di determinare, dal punto di vista delle interferenze induttive, il miglior tracciato per il Cavo telefonico Milano-Genova-Torino.

Dobbiamo anzitutto rettificare la notizia che si tratti di studi eseguiti per conto della Western Electric Americana.

I Sigg. Scott e Ferris furono chiamati in Italia da questo Sindacato Italiano di Telefonia interurbana, di cui la Western fa parte insieme ai maggiori Fabbricanti di cavi italiani.

Il Sindacato aveva avuto incarico dall'Amministrazione dei Telefoni dello Stato di presentare un progetto di collegamento telefonico dei 3 maggiori centri urbani dell'Italia Settentrionale. Il Sindacato stimò opportuno far ricorso alla larga pratica acquistata nel campo della telefonia interurbana dai tecnici americani, trattandosi dei primo impianto del genere, del tipo con amplificatori e bobine Pupin, sviluppato oltre-Oceano, e che richiede speciali cautele per evitare i dannosi effetti delle perturbazioni induttive.

Se fino ad oggi i risultati degli esperimenti e studi eseguiti non furono divulgati, ciò fu per doveroso riserbo dovendo la relazione sugli studi stessi ancora essere presentata all'Amministrazione dei Telefoni insieme al progetto.

Con distinta stima

Sindacato Italiano di Telefonia Interurbana
La Direzione

:: SUNTI E SOMMARI ::

CONDUTTURE.

R. NAGEL — **L'utilizzazione dell'effetto corona per la protezione delle linee contro le sovratensioni.** (Archiv f. Elektrotechnik, volume VIII, anno 1920, pag. 335).

E' già stato più volte rilevato, che la protezione data dall'effetto corona può riuscire efficacissima, sia per la prontezza, con cui si produce il fenomeno, sia per le grandi quantità di energia, che può smaltire, sia infine per l'automatico ritorno a regime non appena la sovratensione è eliminata. Ma tale azione è utilizzabile solo per linee a tensioni molto elevate: infatti, per la minima sezione di solito ammessa (10 mm²) e per una distanza fra i conduttori di 50 cm, la tensione concatenata trifase deve raggiungere 60 o 70 kV perchè la corona si produca.

L'A. ha brevettato l'uso di filo spinato speciale (che viene costruito dalla ditta Felten & Guillaume) per estendere la protezione per effetto corona anche alle linee e reti a tensioni comprese fra 10 e 30 kV. Le perdite provocate dall'effetto corona in un filo spinato dipendono dalla maggiore o minore acutezza delle punte, dalla loro distanza sul conduttore e dalla loro lunghezza; minore influenza ha la distanza fra i conduttori. La lunghezza delle punte conviene sia di 15 a 20 mm, la loro distanza assiale non inferiore a 20 mm, e quella angolare (in un medesimo piano trasversale) non inferiore a 40°, con un massimo di 400 punte per metro.

L'A. ha eseguito numerose prove comparative su linee ordinarie e su linee di filo spinato. I risultati di alcune di esse sono raccolti nei diagrammi in figura 1, dove le ordinate sono le perdite in watt per metro e il diagramma superiore si riferisce a filo spinato e l'inferiore a filo ordinario di diametro 5 mm. Le linee di prova, lunghe

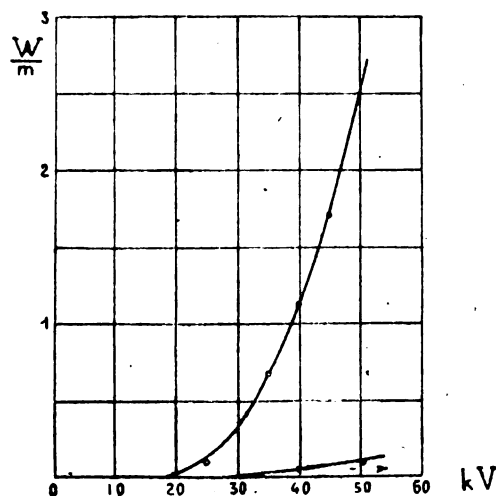



Fig. 1.

86 m, erano costituite da due conduttori distanti fra loro di 0,5 m e da terra circa 1,5 m. Applicando bruscamente a un estremo una tensione continua di 40 kV e misurando con lo spinterometro a sfere la tensione massima all'altro estremo, si è avuto 58 kV per la linea di filo spinato e 74 kV per l'altra. La scintilla era nel primo caso brillante, fragorosa e nutrita, nel secondo sottile, rossastra e appena friggente. In base a tali esperienze l'A. ritiene che il filo spinato potrà servire assai bene come protezione sulle linee a 10 ÷ 30 kV, anche limitandone l'uso a brevi tratti nei punti più importanti (per es. su lunghezze da 100 a 1000 m).

Inconvenienti del filo spinato sono una lieve perdita anche a tensione normale, e sensibili aumenti di carico delle campate per peso proprio, azione del vento e sopratutto deposito di neve e ghiaccio.

* *

COSTRUZIONI.

F. D. NEWBURY — **Sulla costruzione degli alternatori da 32000 kVA pel nuovo impianto del Niagara.** (Electrical World, 16 ottobre 1920, pag. 119).

Negli alternatori da 32 000 kVA (12 000 V, 1565 A; N = 150, f = 25) costruiti dalla Westinghouse, e di cui nella seguente tabella sono riassunti i dati caratteristici, sono da notarsi alcune particolarità interessanti. Così il *numero dei canali* dello statore fu scelto dopo profondo studio. La scelta era fra 240 e 300 canali, e fu finalmente scelto il secondo valore. In favore del numero minore era il maggior rapporto risultante fra lo spazio riservato al rame e quello riservato

all'isolante e la maggior robustezza delle matasse risultanti, ciò che è di notevole importanza con gli isolamenti a mica. Per contro il numero maggiore di canali aumenta la superficie di dispersione del calore in confronto delle perdite di rame, e permette la trasmissione del calore attraverso l'isolante, con un minore salto di temperatura. Ora negli alternatori ad alta tensione, a 25 cicli, che hanno generalmente bassa la perdita nei denti, e quindi la temperatura del ferro, due terzi circa del sovrariscaldamento del rame è dovuto al salto di temperatura nello strato isolante, e solo l'altro terzo è dovuto al sovrariscaldamento dei denti sull'aria di ventilazione. Assumono perciò particolare importanza i fattori che determinano il flusso di calore attraverso l'isolamento. Così, per esempio, ammettiamo un sovrariscaldamento del rame statore di 60° ed un sovrariscaldamento di 20-25° nei denti, rispetto all'aria di ventilazione; la differenza rappresenta il salto di temperatura nel rivestimento isolante. Se con qualche artificio (per es. raddoppiando l'aria ventilante) si potesse raddoppiare la dispersione del calore per convezione, si ridurrebbe il sovrariscaldamento di 10 ÷ 12 gradi. Se invece, per es. riducendo lo spessore del rivestimento isolante,

La solidità meccanica della parte rotante è assicurata anche per una velocità del cento per cento maggiore della normale; del resto anche in tal caso la velocità periferica sarebbe di 78 metri al secondo. Tale velocità è relativamente bassa, assai inferiore ad esempio a quella dei grandi turboalternatori, e non richiede perciò accorgimenti particolari.

Le matasse del campo sono formate da nastro di rame nudo, con isolamento di amianto fra gli strati; l'isolamento fra il rame e il ferro del polo è costituito da mica e amianto. Alla base ed alla sommità della matassa sono poste delle rosette di micarta. Anche qui, come pel rotore, l'isolamento è garantito fino a temperatura di 150°, benchè la temperatura normale di funzionamento sia assai al di sotto.

Il supporto di spinta è del tipo Kingsbury con 6 segmenti aggiustabili; i segmenti si possono anche levare indipendentemente l'uno dall'altro, per la necessaria sorveglianza.

La lubrificazione del supporto di spinta e quella del supporto superiore di guida, sono indipendenti fra loro, e servite da due apparecchi di circolazione. (fig. 3).

Fig. 1. — Sezione attraverso una parte dello statore mostrante il supporto dell'estremità delle matasse.

Fig. 2. — Avvolgimento semplificato dell'armatura.
L'aggruppamento in parallelo delle bobine è fatto per mezzo di sbarre indicate nei 6 circoli esterni; 6 cavi sono condotti fuori (le due estremità delle 3 fasi) e la connessione a stella è fatta fuori della macchina.

si potesse dimezzare il relativo salto di temperatura, il sovrariscaldamento del rame si ridurrebbe di 20°. Ciò vale per macchine come le attuali, molto larghe nel senso dell'asse, nelle quali quindi la ventilazione delle teste di matassa ha poca influenza sul riscaldamento del rame nelle parti centrali dell'armatura.

Altro particolare di notevole importanza è l'isolamento delle sbarre dello statore, fatto completamente con mica, in modo da poter resistere continuamente a temperature di 150°. Fu per brevi periodi provato fino a 300° e 400° gradi. Si ha quindi un notevolissimo margine di sicurezza, dato che la temperatura massima prevista sarà assai al disotto dei 100 gradi. La figura 1 mostra la disposizione dei conduttori nei canali. La suddivisione dei singoli conduttori ha lo scopo di ridurre le correnti parassite. I singoli conduttori sono isolati fra loro con mica. La matassa completa è rivestita con nastro di cotone. I lati attivi sono poi verniciati di bakelite, e pressati in una pressa a vapore; i lati inattivi sono impregnati di idrolene in una camera a vuoto, per lasciare a loro una relativa maggior flessibilità. I lati attivi sono inoltre rivestiti con strati di mica; essa viene prima applicata a mano e poi compressa in una speciale macchina la quale porta delle lame d'acciaio, riscaldate elettricamente, che vengono fatte scorrere sulle facce della matassa; gli straterelli di mica vengono così costretti a scorrere l'uno sull'altro, e in causa della pressione esercitata dalle lame d'acciaio, si viene ad ottenere un rivestimento isolante estremamente solido e compatto. Gli straterelli d'aria che restano sempre fra i diversi strati di isolante, sono qui eliminati, il che produce il vantaggio di migliorare assai il coefficente globale di dispersione di calore attraverso la parete isolante. I lati inattivi hanno invece l'isolamento costituito interamente di tessile e vernici; questo tipo d'isolante si adatta meglio alla forma incurvata dei lati della matassa; d'altra parte in questi punti, vi è meno pericolo di guasti essendo maggiore la ventilazione. (fig. 1 e 2).

L'isolamento in mica non esige protezioni speciali contro l'effetto corona o contro scariche elettrostatiche, del tipo per esempio dell'involucro metallico messo a terra, che si applica talvolta nei generatori ad alta frequenza, quando nei canali si usa isolamento con tessili. L'esperienza ha dimostrato che con la mica non si verifica l'effetto corona, coi gradienti di tensione della pratica. Sono invece più frequenti che non cogli isolanti vegetali, le scariche elettrostatiche, rivelate da l'azono; con la mica però le scariche non portano gravi conseguenze.

Il complesso dei lati inattivi forma un cono di 60 gradi. Sono tenuti liberi appositi spazi per la ventilazione.

Le facce superiore ed inferiore del rotore portano delle lame inclinate, le quali forzano l'aria a circolare fra le matasse dello statore, ed entro i canali di ventilazione del rotore: l'aria entra nella macchina sia dalla faccia superiore, che dalla inferiore.

Vi sono 20 rivelatori termoelettrici collocati entro le matasse nelle cave dell'indotto, e 6 rivelatori nei lati inattivi. Quelli collocati nelle

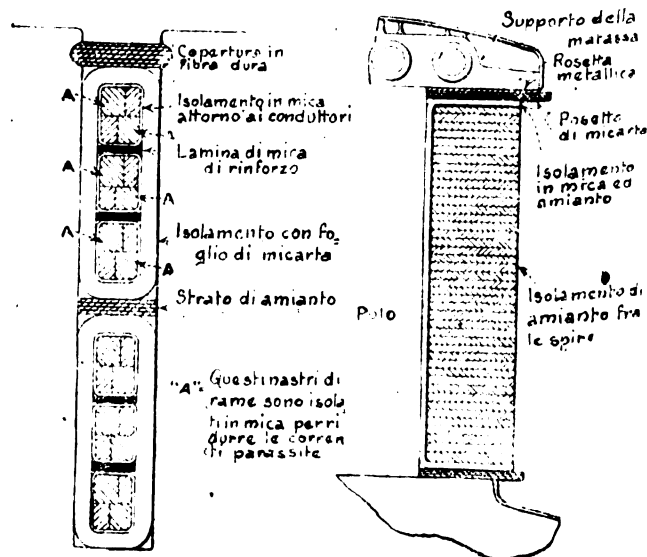



Fig. 3. — Sezione di una cava di indotto e di una matassa di campo.
I conduttori elementari delle matasse di indotto sono di diversa grandezza, e l'isolamento è completo quando i soli due conduttori più grandi sono completamente isolati.

cave sono ben protetti dai possibili effetti della ventilazione, e danno perciò misure praticamente esatte della temperatura della massa di rame. Al carico di 28 500 kW, con fattore di potenza 0.90 e tensione di 13 000 V, i rivelatori indicarono 58° nei lati attivi, e soli 23° nei lati inattivi.

Dimensioni e pesi principali degli alternatori della Westinghouse di 32 500 kVA; 12 000 V; f = 25; giri al minuto N = 150; trifasi:

Statore.

Diametro esterno del pacco di lamiere	cm.	570
» interno » » » »	»	500
Spessore del pacco (compresi 30 canali di ventilazione di 9,5 cm.)	»	165
Numero dei canali		300
Dimensioni dei canali	»	1,9 × 12,1
Passo dell'avvolgimento		13
Collegamento a *Y* con 4 circuiti in parallelo.		
Dimensioni dei conduttori elementari: nudi	mm.	3,28 × 6,96 = mm² 22,8
Dimensioni dei conduttori elementari: isolati in mica	mm.	5,2 × 6,55 = mm² 34
Conduttori in serie per fase		75
Lunghezza sviluppata di una spira	cm.	653

Rotore.

Diametro esterno	cm.	498,5
Intraferro	»	1,27
Espansione polare	»	53,3 × 165
Polo	»	38,2 × 165
Altezza del polo	»	31,8
Avvolgimento del polo — spire 42 ½ di	mm.	5,17 × 57,3
Lunghezza sviluppata di una spira	cm.	425
Ampere di eccitazione a vuoto		323
» » » a pieno carico, cos φ = 0,8		632

Pesi.

Peso totale dell'alternatore	kg.	295 000
Sforzo totale sul supporto di spinta	»	216 000
Peso complessivo del rotore e dell'albero	»	144 000
» di un polo colla matassa	»	2170
» netto	»	60 000
» del supporto superiore	»	26 300
» totale di rame	»	33 000
Effetto di volano del rotore (GD^2)	kg m²	1 920 000

Supporti e albero.

Diametro esterno del supporto portante	cm.	124,5
Superficie portante totale	cm²	8700
Dimens. del supporto superiore: diametro cm. 63, lunghezza	cm.	107,5
Massimo diametro dell'albero	»	71
Diametro esterno della flangia dell'albero	»	174

R. S. N.

* *

ELETTROFISICA.

M. CANTONE. — **Intorno alla distribuzione delle cariche sui conduttori.** (Rendic. R. Acc. di Sc., Fis. e Mat. di Napoli, 8 febbr. 1919, vol. XXV).

L'A. partendo dal valore limite della tensione elettrica alla superficie di un conduttore trova che in corrispondenza alla massima densità *10* del sistema e. s. devono aversi per ogni cmq 2×10^{10} cariche elementari libere, posta uguale a $4{,}77 \times 10^{-10}$ la carica di un elettrone, e ne deduce in base alla costante di Avogrado ($6{,}06 \times 10^{23}$) atomi effettivi per ogni atomo grammo), che nel caso del rame siffatte cariche libere rappresentano la *centomillesima* parte del numero di atomi che a pari area si hanno nello strato superficiale, vale a dire una distribuzione per la quale fra due successivi corpuscoli elettrizzati si trovano non meno di 300 atomi. Ne deriva l'esistenza di campi locali assai più intensi del campo limite 120 generalmente ammesso, dovendo esservi ad es. un campo di 33 000 u. e. s. ad una distanza quintupla del tratto che separa due atomi successivi, distanza a cui probabilmente si risente poco l'azione degli elettroni periferici ruotanti, secondo l'ipotesi del Rutherford, atterno i nuclei atomici. L'A. è di opinione che, in campi così intensi, da parte degli elettroni trovantisi eventualmente nel gas circostante possano prodursi urti sufficienti a creare joni gassosi, ma in numero assai limitato se si opera a pressione non piccola, a causa delle ricombinazioni che sarebbero tanto più frequenti quanto più grande è il numero di molecole dell'aeriforme, donde la possibilità della dispersione solo quando si raggiunge un valore non piccolo della densità elettrica. Diversamente le cose dovrebbero procedere a quelle basse pressioni per cui comincia a mancare il materiale gassoso necessario alla jonizzazione e si ha in compenso speciale efficacia dipendentemente dalla grande velocità delle particelle elettrizzate. Seguirebbe così la jonizzazione per urto coi caratteri cospicui propri della scarica emanante dal catodo, ove a preferenza si compie il processo preparatorio per la maggiore mobilità delle cariche libere negative sullo strato superficiale del conduttore; ed a giudizio dell'A. questo processo dovrebbe dipendere, più che dai pochi joni esistenti nel gas per azioni radioattive, dai campi intensi dovuti ai singoli corpuscoli di carica, ed atti a staccare dalla molecola neutra uno degli elettroni meno stabili. Finalmente con grandi rarefazioni vengono meno i campi locali, poichè le particelle elettrizzate sono tanto vicine da creare un campo presso a poco uniforme nell'immediata vicinanza del conduttore, per cui non è escluso che alla scomparsa della scarica nel cosidetto vuoto perfetto, oltre al numero relativamente esiguo di molecole del gas, contribuisca la mancanza di centri di forza capaci di esercitare azione isolata assai intensa in una spazio piccolissimo.

* *

M. CANTONE — **Forze elastiche molecolari e vibrazioni che ne risultano.** (Rendic. R. Acc. dei Lincei, ottobre 1820, vol. XXIX, pagina 249).

L'A., continuando in questo lavoro i suoi studi di Fisica molecolare, rileva anzitutto che, col criterio seguito finora di assumere la pressione per individuare l'elemento meccanico da cui dipendono le deformazioni, nelle indagini sul comportamento classico sparisce ogni influenza della distribuzione dei punti materiali, onde ritiene preferibile, dal punto di vista scientifico, riferirsi alle forze stesse che sollecitano i singoli centri, forze date dalla formula $F_1 = p\,a^2 = p\left(\frac{M}{S\,N}\right)^{\frac{2}{3}}$ se con p si denota la pressione, con a la distanza media fra tali centri, con M la massa molecolare e con N la costante di Avogadro. Si avrebbe allora per il modulo di compressibilità:

$$(1) \qquad K = \frac{F_1\,a}{3a^2\,\Delta a},$$

e sarebbe possibile caratterizzare le varie sostanze mediante un nuovo modulo K' espresso da $3\,a^2 K$ se si conviene di assumere quale modulo elementare di compressibilità il rapporto fra F_1 e la corrispondente dilatazione lineare $\frac{\Delta a}{a}$. In modo analogo si procede nel caso degli scorrimenti e della trazione, e si perviene alle relazioni semplici: $n' = a^2\,n$, $E' = a^2\,E$, che permettono di classificare le sostanze elastiche con criteri meno arbitrari di quelli implicitamente introdotti coll'uso delle pressioni.

Dalla nozione di forze elastiche agenti nei singoli centri si arriva senz'altro alla frequenza caratteristica dei moti atomici secondo il concetto di Einstein: infatti, dovendo ammettersi che la reazione elastica interna per una spostamento Δa di un atomo del solido sia doppia della F_1 che compare nella (1) e potendosi pertanto porre $F_1 = 6\,a\,K\,\Delta\,a$, per il moto armonico che ne risulta si ha la frequenza.

$$\nu_K = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{6a\,K\,N}{M}} = \frac{\sqrt{6}\,N^{\frac{1}{3}}}{2\pi}\;\frac{V^{\frac{1}{6}}\;K^{\frac{1}{2}}}{M^{\frac{1}{2}}},$$

la quale, poichè V denota il volume atomico, coincide con quella trovata da Einstein con un procedimento più complicato e che lascerebbe qualche dubbio sul grado di approssimazione dei risultati. Si ritiene comunemente che i valori così ottenuti differiscano molto dalle frequenze massime cui porterebbe la teoria di Einstein; ma in realtà ponendo $N = 6{,}06 \times 10^{23}$, in conformità delle deduzioni assai attendibili di Millikan, le divergenze si attenuano in modo considerevole.

La teoria di Debye suppone che nei solidi si abbia una particolare agitazione termica dipendente dai moti vibratorii stazionari compatibili con la teoria elastica dei mezzi continui, attribuendo ad ogni frequenza l'ammontare di energia che è dato dalla teoria dei *quanti*, ma limita il numero totale delle frequenze a $3\,N$ ossia al numero che dovrebbe aversi in un reticolo spaziale di N punti occupanti il volume V. Assume pertanto una frequenza massima ν_{max} con la condizione che sia $h\,\nu_{max} = k\,\theta$, dove θ costituisce una temperatura caratteristica della sostanza in esame, e trova che deve esistere la relazione $3\,N = \frac{4\,\pi}{3}\,V\left(\frac{2\,\nu^3_{max}}{v^3_t} + \frac{\nu^3_{max}}{v^3_l}\right)$ fra ν_{max} e le velocità v_t, v_l per le onde trasversali e longitudinali nel mezzo che si considera.

L'A. partendo dal concetto che i due rapporti fra la v e le ν, quali espressioni di lunghezza d'onda corrispondenti alle onde trasversali e longitudinali possano rappresentare il doppio della distanza fra due atomi successivi in un corpo a struttura tetraedrica, ed avendo accertato che sono effettivamente alquanto prossimi a tale distanza, ritiene opportuno introdurre nella teoria di Debye una modificazione per la quale la grandezza limite vien data non dalla frequenza ma dalla lunghezza d'onda, e riesce a dimostrare che l'ipotesi è pienamente plausibile.

In tal modo la teoria di Debye viene naturalmente portata nel campo della Fisica molecolare; e si è indotti a pensare che le bande di assorbimento nell'ultrarosso con frequenze dell'ordine di grandezza di 10^{12}, intraviste dalla teoria della dispersione come caratteristiche delle particelle materiali aventi la massa di un atomo e riscontrate sperimentalmente in alcuni casi, rappresentano *effetti di risonanza* per un meccanismo di azione con sede negli atomi. Tale meccanismo si esplicherebbe con la regolarità che deriva dalla distribuzione degli atomi in virtù di impulsi irregolari, probabilmente di origine elettrica, paragonabili a quelli per cui si eccita una corda tesa o una canna sonora.

* *

ELETTROMETALLURGIA.

EDWARD T. MOORE — **Condutture per forni elettrici.** (Electric Journal, settembre 1920, pag. 422).

L'articolo descrive le modificazioni apportate nella disposizione dei conduttori di alimentazione di un forno Heroult, allo scopo di diminuire l'impedenza del circuito secondario fra i trasformatori e il forno, ed ottenere così un miglioramento del fattore di potenza, e quindi un aumento di produzione. I dispositivi accennati nell'articolo possono

servire di norma in molti casi analoghi. Si trattava di un forno Heroult da 6 tonnellate, alimentato da 3 trasformatori da 400 kVA; il fattore di potenza era solamente di 0,80.

Come si vede in figura 3 si approfittò dell'allargamento delle sbarre elementari alla loro connessione coll'estremità superiore dei conduttori flessibili, per inserirvi una scatola di materiale isolante e forata, per permettere il passaggio della fune per alzare i portaelettrodi.

Fig. 1. — Connessione a triangolo dei trasformatori.

Si cercò di realizzare una disposizione di conduttori quanto più possibile simmetrica, e di breve lunghezza.

I trasformatori furono disposti affiancati; subito sopra i trasformatori avviene la connessione a triangolo, delle tre fasi dei tre trasformatori, a cui si è data la disposizione assai simmetrica indicata in fig. 1.

Dalla connessione a triangolo si staccano tre conduttori di fase, composti ognuno da sei sbarre; essi si innalzano con una inclinazione di 80° sull'orizzontale, e attraversano la parete che divide la cabina di trasformazione dalla adiacente sala del forno. Allo sbocco dalla parete di divisione le sei sbarre di ogni fase vengono separate fra loro come indica la fig. 2, per rendere possibile di connetterle con cavi flessibili che le prolungano fino al forno. La connessione dei cavi alle sbarre è fatta mediante bullonature e senza ricorrere a saldature, come è indicato in fig. 3. Tale connessione, in molti anni di esercizio, non ha mai dato luogo a riscaldamenti dannosi.

Nel progettare le sbarre occorre tenere il più piccolo numero possibile di sbarre elementari per fase, tenendo però presente che, con sbarre grosse, si rende più sensibile lo skin-effect con conseguente riscaldamento specialmente degli spigoli delle sbarre. Tuttavia il riscaldamento ben difficilmente può riuscire assai forte, data la grande conduttività calorifica delle sbarre stesse, e le perdite per irradiazione. Nell'impianto descritto dall'autore si usarono 6 sbarre elementari, di 150 × 6 mm, tenute fra loro distanziate da spessori, dello stesso rame delle sbarre, di circa 6 mm. L'autore consiglia di non superare per le sbarre elementari lo spessore di 10 mm per correnti a 25 periodi, e lo spessore di 8 mm per correnti a 60 periodi.

I cavi flessibili sono tenuti distanziati dalla parete, onde poterli comodamente ispezionare, e ad una altezza conveniente, sul pavimento.

Fig. 2. — Connessioni alle sbarre.

Le sbarre, che dall'estremità inferiore dei cavi flessibili vanno agli elettrodi, non sono connesse con questi ultimi direttamente; se così si facesse, occorrerebbe cambiare tutta la sbarra ogni volta che occorra cambiare il supporto di un elettrodo. Ad evitare ciò, si inserisce un pezzo d'unione fra l'estremità della sbarra ed il supporto.

Per quanto riguarda i cavi flessibili, importa sopra tutto evitare le perdite per lo skin-effect, e ottenere una resistenza meccanica ed una flessibilità tale, che permettano di inclinare il forno senza che avvengano strappi o torsioni. Si ricorre perciò a cavi flessibili, composti di un gran numero di fili elementari sottili, ed accuratamente verniciati, in modo da isolare il più possibile un filo dall'altro. Dato il modo con cui sono composti i cavi flessibili, tutti i fili vengono a presentare presso a poco la stessa impedenza, e si ottiene quindi una distribuzione uniforme di corrente. Nel caso descritto dall'autore si usarono dodici cavi flessibili per ogni fase. Ogni cavo aveva un diametro di circa 37 mm ed era formato da 2401 fili elementari, riuniti in trefoli elementari di 7 fili.

I cavi vennero raggruppati per fasi, e sostenuti in alto da tamburi di legno scanalati. I cavi sono tenuti fra loro distanziati da traverse forate in legno, come si vede nella fig. 4. Verso la estremità inferiore dei cavi flessibili, le traverse in legno che trattengono i cavi di una fase sono disgiunte da quelle delle altre due fasi, e ciò allo scopo di permettere ai diversi elettrodi di operare ad altezze differenti. Le teste sporgenti di queste traverse in legno impediscono che i cavi di una fase possano venire a contatto con quelli di un'altra, dando luogo a un corto circuito.

Fig. 3. — Attacco per i cavi.

Colle disposizioni indicate si ottenne, secondo l'autore, una reattanza totale del circuito secondario del 43,6 per cento, comprendendovi quella dei trasformatori, che era del 12 per cento. Il fattore di

Fig. 4. — Gruppo di cavi flessibili.

potenza fu innalzato da 0,80 a 0,90. Il tempo richiesto da una fusione fu abbreviato di circa 20 minuti, il che significa una maggior produzione mensile di circa 7 tonnellate. L'autore calcola, su questa base, che le spese della trasformazione dell'impianto furono ammortizzate in sei mesi.

R. S. N.

* *

RADIOTELEGRAFIA E RADIOTELEFONIA.

R. BALDUS, E. BUCHWALD, HASE. — **Esperimenti di dirigibilità e di radiogonometria fra velivoli e stazioni terrestri.** (Jahrb. f. Drahtl. Tel. Vol. 15 Febb. 920, fasc. 2, pag. 99).

Gli esperimenti furono fatti durante la guerra per immediati scopi militari nei campi di aviazione di Doeberitz e di Laerz. Per quanto in causa dei problemi prefissi sia stato talvolta delimitato il lavoro scientifico, essi hanno pur permesso il controllo sperimentale di molte conclusioni teoriche preesistenti, e, visti i grandi mezzi indispensabili per simili prove, rappresentano una occasione sperimentale eccezionale, che difficilmente in tempi normali potrà essere rinnovata.

I risultati sono riassunti nei seguenti lavori:

1) Misure di potenza irradiata dalle antenne dei velivoli.
2) Misure di ricezione su velivoli con antenna direttiva.
3) Effetti dell'indicatore di direzione di Scheller sui velivoli.
4) Rilievi Radiogoniometrici su trasmissioni r. t. di velivoli.

*

R. BALDUS E R. HASE. — **Misure di potenza irradiata dalle antenne dei velivoli.** — (Loc. cit. fasc. 5, maggio 1920, pag. 354 e seg.).

Gli esperimenti riguardano innanzitutto lo studio degli effetti di dirigibilità osservati nell'uso di un'antenna a filo semplice pendente da un velivolo. Essi costituiscono la prima prova fra una SRT terrestre ed una libera nello spazio. Le prove successive, progettate fra due aeroplani non hanno più potuto avere luogo.

Procedimento: Misura nella SRT a terra della intensità di ricezione dei segnali emanati da un aeroplano di cui nello stesso istante si fissava la posizione nello spazio e rispetto alla SRT. Serviva un comune aeroplano. L'apparato di trasmissione era a scintilla smorzata, alternatore 500 ∿, 200 Watt, onda 250 m, antenna m 42 di filo semplice uscente di sotto alla carlinga, zavorrato all'estremo. Il contrappeso all'antenna era allogato nella fusoliera. Corrente sull'antenna 3 A (135 W). Velocità in volo 155 km/ora. Forma dell'aereo in volo prossima a quella in fig. 1. Per l'effettuazione delle misure si emetteva una serie di 3 Linee di 5 secondi. Nell'istante medio della serie si fissavano le coordinate di asse e centro del velivolo (Vel). Per ognuna delle linee si eseguiva una lettura a bordo ed a terra. Si potè arrivare a due serie al minuto, il che era necessario data la rapidità di spostamento del Vel.

Per la determinazione delle coordinate il Vel. fotografava il terreno con una macchina ad asse rigorosamente verticale, aggiustabile con livelle, mentre la inclinazione relativa fra asse obbiettivo ed asse Vel. si leggeva in collimatori a lente. Gli A. ritengono approssimata la posizione a meno di 25 m e le inclinazioni a meno di 1°. Per l'al-

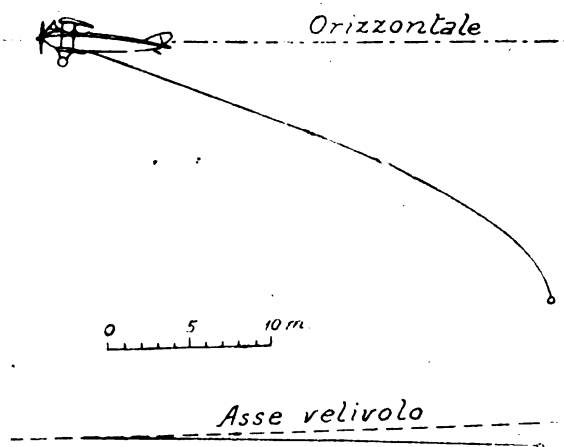



Fig. 1.

tezza serviva il barometro, con una approssimazione ritenuta del 10% sotto i 1000 m, nelle peggiori condizioni.

Nella SRT vi era un aereo ricevente a tre rami di tre fili ognuno, non direttivo, altezza 25 m lunghezza d'onda naturale 295 m capacità 0,3 m η F. Il ricevitore era costituito da un primario accoppiato ad un circuito aperiodico nel quale era inserito un bolometro speciale

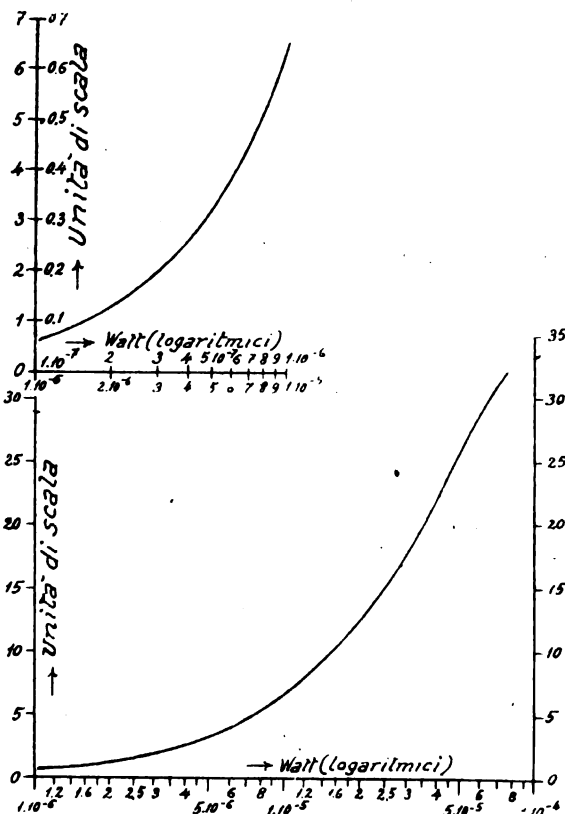



Fig. 2.

per alta frequenza dell'Hase unito ad un galvanometro tipo Einthoven. Per contemporanea ascoltazione era inserito anche nello stesso circuito un detector a contatto con amplificatore della frequenza acustica.

Per la taratura del dispositivo di misura della potenza fu usata una coppia termoelettrica a vuoto inserita alla base dell'antenna. Le curve che mettono in relazione la potenza con le letture galvanometriche sono riportate in fig. 2. Si potè così misurare fino a 10 - 7 Watt. Il galvanometro poteva dare la sua indicazione in meno di 1 sec.

I diagrammi delle osservazioni fatte sono tutti sulla base di 3 A nell'ant. trasm.; correggendo con opportune riduzioni le piccole differenze.

Per esperimentare la legge di variazione dell'energia ricevuta in funzione della distanza, si stabilì di determinarla coll'asse del vel. orizzontale e normale alla congiungente con la SRT; perchè è risultato che in direzione prossima a questo angolo sono minime le variazioni della caratteristica di ricezione e degli effetti di dirigibilità dell'antenna del vel. E' risultato che ad un'altezza costante di m 500 nei limiti di distanza fra km 1,5 e 7,5 l'energia ricevuta varia quasi esattamente in ragione inversa del quadrato della distanza.

Si passò poi ad esaminare la forma del campo elettromagnetico in una sezione verticale passante per il vel. e la SRT. E' risultato che l'antenna del vel. può considerarsi un dipolo rettilineo inclinato di 16° rispetto all'orizzonte. La serie di misure ha dato nettamente un minimo di ricezione sul prolungamento di questo dipolo (altezza m 1600 distanza 5,8 km); un altro minimo si ha immediatamente prima del passaggio sulla SRT, come dimostra la fig. 3. Sezioni fatte

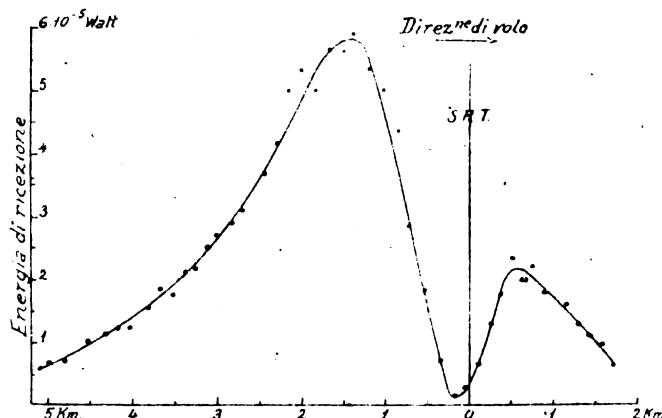



Fig. 3.

con piani paralleli ai due lati di quello considerato dimostrano, che in esse i massimi ed i minimi tendono ad appiattirsi.

La fig. 4 dà i risultati complessivi di una serie di voli, intesi ad ottenere l'energia di ricezione in funzione delle distanze per una serie di altezze di voli, su un percorso da 25 a 9 km (avvicinamento). Esse dimostrano che nei limiti delle prove l'energia ricevuta aumenta col-

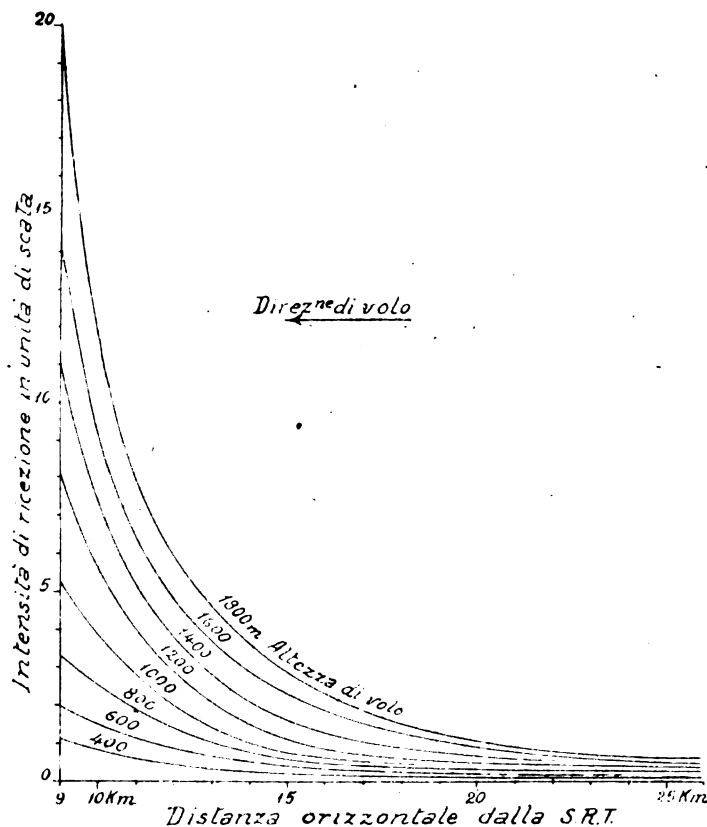



Fig. 4.

l'altezza di volo a pari distanza orizzontale. Con altezza di volo costante essa cresce tanto più rapidamente allo avvicinamento quanto più è alto il volo. Anzi, ricavando dalle curve il valore di ν nella funzione:

$$\text{Intensità di ricezione} = F\ (\text{distanza}^{-\nu})$$

per varie altezze risulta che ν si avvicina tanto più al valore 2 quanto più basso è il volo. L'estrapolazione delle curve per altezza zero porterebbe a $\nu = 2$.

Si è quindi ricavata una sezione orizzontale del campo elettromagnetico ed essa è stata realizzata con così detti voli a stella, trasmettendo cioè dal vel. sempre dallo stesso punto dello spazio, ma traversando codesto punto in tutte le direzioni del piano orizzontale. Senza fermarci sulle varie operazioni ampiamente spiegate dagli autori per rendere confrontabili i risultati sperimentali, riportiamo in fig. 5 il diagramma polare delle energie misurate alla SRT. La curva (punteggiata) non è perfettamente simmetrica, ma gli A. ritengono che la lieve differenza possa essere attribuita all'approssimazione dei mezzi di misura. Il massimo corrisponde a 9.10^{-6} ricevuti quando il Vel. vola verso la SRT; il minimo coincide con la direzione opposta, ed i due valori stanno fra loro nel rapporto 54 : 1. E' notevole il settore nettamente pronunziato del minimo, che ha un'ampiezza di circa 40°. E' necessario citare che pur avendo procurato di fare tutte le osservazioni in circostanze analoghe di temperatura, di ore e di condizioni atmosferiche, nelle varie giornate si sono avuti per le stesse misure valori che stavano come 1 a 2,06.

Caratterizzata così l'antenna del vel. gli AA. passarono ad analizzare gli effetti di dirigibilità alla ricezione da parte di una comune antenna a T, con presa di terra, nella SRT. Nella fig. 6 (linea —·—) risulta il diagramma dell'energia ricevuta per effetto di trasmissioni fatte secondo le diverse direzioni da un velivolo (sempre

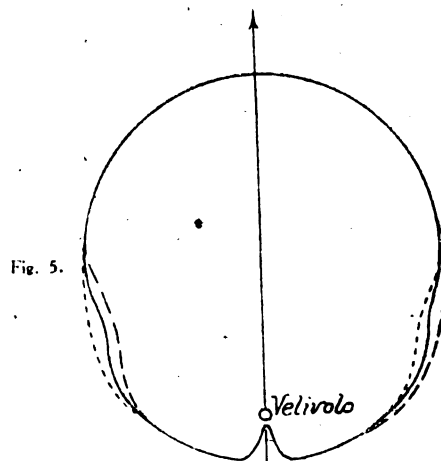



Fig. 5.

alla medesima altezza, distanza e orientazione rispetto alla congiungente). Il diagramma di ricezione è rimasto invariato facendo ruotare l'antenna a T di circa 60°, com'è indicato nella figura. Secondo gli A. si deve ritenere che le dissimetrie osservate siano da attribuirsi esclusivamente agli effetti della superficie terrestre. L'energia ricevuta è risultata maggiore nella zona in cui la superficie terrestre era costituita per la maggior parte da acque. Col proponimento di rendersi conto della componente orizzontale dell'intensità di ricezione fu eseguita una serie di prove coll'antenna ricevente orizzontale, formata da un dipolo semplice senza presa di terra, avente ogni ramo lungo 50 m, bifilare

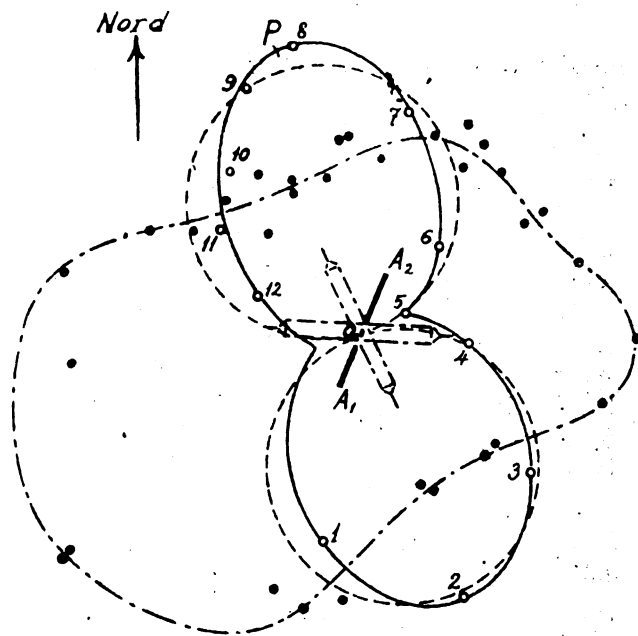



Fig. 6.

e sospeso a 2 m dal suolo, in luogo fuori dalle influenze degli edifizi o di altre antenne. La fig. 6 dà nella linea piena in coordinate polari il diagramma delle energie ricevute trasmettendo da un velivolo che corre normalmente alla congiungente velivolo-stazione r. t. (con 2,8 A distanza 3 km e 500 m di altezza). La linea punteggiata rappresenta una linea del coseno (ossia due cerchi).

La figura dimostra che nel luogo del dipolo ricevente il campo elettrico effettivo ha una componente orizzontale che ruota con la direzione della congiungente stazione-velivolo, (il quale mostrava costantemente il fianco sinistro). Il massimo della curva è qui spostato di 55° in direzione opposta al volo, rispetto alla direzione che avrebbe dovuto presentare se la stazione trasmittente non avesse avuto proprietà direttive, e la ricevente fosse stato il medesimo dipolo $A_1\ A_2$ indicato in figura.

La curva è molto più simmetrica che non quella ricavata con l'antenna a T, messa a terra. Ora siccome il dipolo orizzontale era situato in una località distante appena 100 metri da quella ove si era usato l'aereo a T, e poichè il dipolo non fu messo a terra, gli AA. propendono per dedurne che le dissimetrie osservate nell'esperimento precedente sarebbero dovute solo alle condizioni del suolo *nelle immediate vicinanze* dell'aereo ricevente.

Le esperienze infine sono state rivolte all'esame di altre 6 forme di aereo sul Vel., ottenute distendendo in varie posizioni semplici fili lungo le ali, con o senza combinazioni con una breve coda pendente. Per queste prove si adoperò nel vel. un apparecchio ad una valvola e che forniva circa 15 W sull'antenna. In questo caso non fu possibile continuare a misurare direttamente la potenza raccolta dall'aereo ricevente. Si ricorse pertanto a un rivelatore a contatto con doppia amplificazione a valvola sulla frequenza acustica. In serie col telefono era inserito il primario di un trasformatore telefonico 1000 : 1000. Nel secondario di questo erano inseriti un altro cristallo di contatto ed il galvanometro Einthoven. Un generatore a valvola provocava i battimenti (eterodina) ed un altro, con termoelemento e galvanometro, serviva da campione al circuito ricevitore. Si doveva dopo ogni segnale campionare la sensibilità, ottenendo quindi soltanto valori relativi.

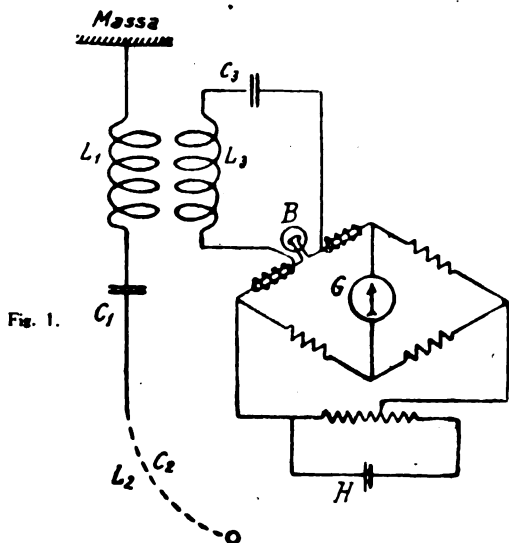
E' risultato che in tutti gli aerei esperimentati gli effetti di dirigibilità sono quasi nulli. Migliore di tutti si dimostrò un aereo libero corto (m 7,5) ed avente per contrappeso un filo frontale montato al disopra dell'ala superiore, lungo quanto essa. I risultati sarebbero tanto migliori quanto più il complesso aereo contrappeso si avvicina ad un oscillatore ad asse verticale.

F. Li.

★

E. BUCHWALD E R. HASE. — **Esperimenti quantitativi di ricezione sui velivoli con antenna direttiva.** — (Jahrb. f. Drahtl. Tel., Vol. 15, fasc. 2, 1920, pag. e seg.).

Il presente lavoro è il contrapposto del precedente: qui la S. R. T. trasmetteva ed il velivolo esplorava il campo elettromagnetico. La S. R. T. usava antenna a T con 3,5 A nell'antenna, $\lambda = 250$ m segni della durata di 10''. La fig. 1 dà lo schema dell'apparato di ricezione nel vel., munito di 35 m d'aereo semplice zavorrato in fondo:

Fig. 1.

B è il bolometro Hase, di cui è cenno nel lavoro precedente; G è un galvanometro Siemens-Halske di sensibilità $2{,}7 \cdot 10^{-7}$ e 750 Ω resistenza interna. Massa è la parte metallica del vel., costituente contrappeso all'antenna. Per la taratura si è adoperato un circuito di capacità, autoinduzione e resistenza (15 Ω) equivalenti, coll'inserzione del solito termo-elemento a vuoto. La curva è data dalla fig. 2. L'approssimazione di lettura, stante le forti vibrazioni dell'impianto in volo è dagli AA. stimata a 2 - 3 parti di scala galvanometrica. A ciò deve aggiungersi che, per la traduzione in curve dei valori misurati, sono occorse numerose operazioni di riduzione. Oltre a giornata, distanza, altezza del vel. rispetto alla S. R. T. sono elementi principali di queste correzioni: 1°) l'angolo φ proiettato sul piano orizzontale, fra visuale S. R. T. - vel. ed asse vel. Gli AA. pongono $\varphi = 0$ per l'allontanamento, e contano nel senso del giro sulla dritta. — 2°) l'angolo β, fra l'orizzontale e la visuale S. R. T. - vel. — 3°) l'angolo α, che la tangente all'origine della curva dell'antenna in volo fa con la orizzontale, che risultò, determinato fotograficamente, prossimo a 21°. — 4°) l'angolo (circa 4°) del quale l'aereo devia sulla sinistra dal piano della direzione di volo per effetto del vento dovuto all'elica.

Le letture al galvanometro venivano corrette col seguente fattore calcolato dal Burstyn.

$$\left[\frac{1}{1 - \cos\alpha \tan\beta \cos\varphi}\right]^2$$

Si nota però che l'esattezza di queste riduzioni si è potuta verificare solo qualitativamente. Quindi, tanto per il minor numero di osservazioni, dovuto alle maggiori difficoltà di esecuzione, quanto in causa delle molte riduzioni, i risultati ottenuti sono assai meno completi di quelli elencati nel lavoro precedente. In ogni modo gli AA. hanno potuto confermare, per la buona coincidenza della caratteristica di trasmissione con quella di ricezione dell'antenna del vel. (vedi fig. 3),

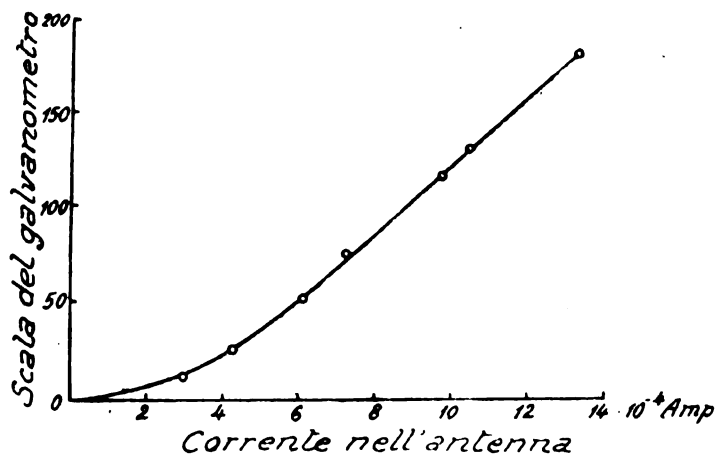



Fig. 2.

che le qualità di essa, funzionando come trasmettitrice sono reciproche a quelle del funzionamento come ricevente. Si è confermata ammissibile l'ipotesi fatta, che tanto l'antenna del vel. quanto quella della

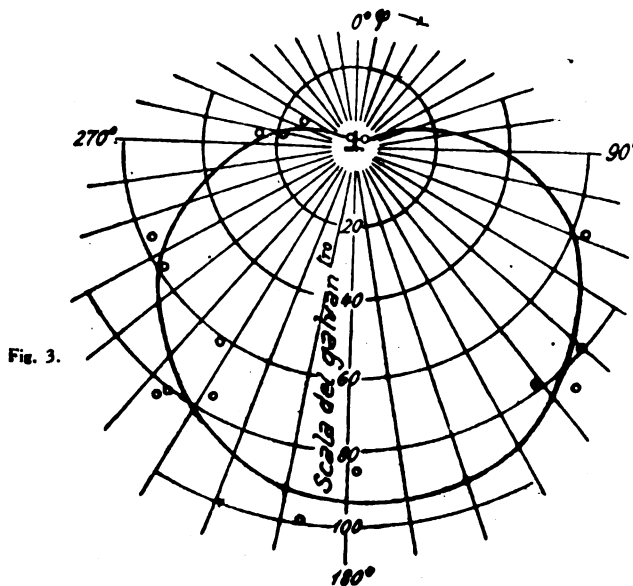



Fig. 3.

S. R. T. possono essere considerate, malgrado gli effetti del suolo, come dipoli di direzione bene stabilita. In base a queste ipotesi il Burstyn ha potuto calcolare le principali caratteristiche degli aerei per velivoli ottenendo risultati assai concordi con quelli sperimentali.

F. Li.

★

E. BUCHWALD. — **Effetti dell'indicatore r. t. di direzione di Scheller sui velivoli.** — (Loc. Cit. fasc. 2 febbraio 1920, pag. 114 e seg.).

Due antenne orizzontali che fra loro formano l'angolo acuto 2ε vengono azionate alternativamente da un unico trasmettitore, che funzionando continuatamente lancia sulla prima sempre una stessa lettera, e sulla seconda il suo complemento (P. Es. a ·— e n —·). Allora, secondo Scheller, le bisettrici degli angoli fra i due aerei costituiscono i soli luoghi di punti dai quali le segnalazioni, confondendosi, si percepiscono come una linea continua.

Questa osservazione, confermata per le S. R. T. terrestri, fu trovata non coincidente dall'A. e dai suoi collaboratori nelle prove coi velivoli. Una spiegazione di ciò fu fornita all'A. dal Burstyn il quale considerando le antenne come dipoli semplici e tenendo conto delle componenti del campo secondo le direzioni, trova:

$$\left[\frac{I_1}{I_2}\right] = \frac{[\mathrm{sen}\,(\vartheta + \varepsilon)\ \mathrm{sen}\,\varphi \cos\alpha + \cos(\vartheta + \varepsilon)\ \mathrm{sen}\,\beta]\,[\cos\beta\ \mathrm{sen}\,\alpha - \mathrm{sen}\,\beta \cos\varphi \cos\alpha]}{[\mathrm{sen}\,(\vartheta - \varepsilon)\ \mathrm{sen}\,\varphi \cos\alpha + \cos(\vartheta - \varepsilon)\ \mathrm{sen}\,\beta]\,[\cos\beta\ \mathrm{sen}\,\alpha - \mathrm{sen}\,\beta \cos\varphi \cos\alpha]}$$

in cui, I_1 e I_2 sono le intensità di ricezione delle due lettere, ϑ è l'angolo fra la bisettrice dell'angolo 2ε ed il piano verticale passante per il vel. e la S. R. T., ed α, β, φ hanno i significati già definiti nel precedente lavoro. A seconda che il rapporto $\frac{I_1}{I_2}$ è maggiore, minore o eguale a 1 si riceve la lettera *a* o la lettera *n* o una linea continua.

Nel caso di avvicinamento od allontanamento del vel. (φ 0° o 180°) il rapporto diventa:

$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{\cos(\vartheta + \varepsilon)}{\cos(\vartheta + \varepsilon)}$$

cioè, riferendo i quadranti alle 2 bisettrici nel primo e nel terzo quadrante si sente *a*, nel secondo e quarto *n*, ossia si riceve come da una S. R. T. a terra. Se ora poniamo $A = \text{sen}\,\varphi \cos\alpha$ $B = \text{sen}\,\beta \cos\beta \,\text{sen}\,\alpha$ per i voli al traverso cioè quando il velivolo presenta il fianco alla S. R. T. (ϕ 90° o 270°) si trova:

$$I = + A\,\text{sen}(\vartheta + \varepsilon) + B\cos(\vartheta + \varepsilon) \quad I_2 = \pm A\,\text{sen}(\vartheta - \varepsilon) + B\cos(\vartheta - \varepsilon)$$

si ha cioè una sovrapposizione di una curva del seno e di una del coseno. Allora per β tanto piccoli che B sia trascurabile si ha sul vel. ricezione opposta a quella che si avrebbe da una S. R. T., a terra, cioè si riceve *n* nel primo e terzo quadrante, *a* nel secondo e quarto. Ciò si verifica anche per β maggiori essendo B sempre piccolo rispetto ad A. Le direzioni per le quali si riceve una linea continua non possono più coincidere con le bisettrici, infatti, ponendo $I_1 = I_2$ per ricavare il luogo dei punti in cui il vel., volando col fianco alla S. R. T.. deve percepire la linea continua, e tenendo conto che α è fisso per quell'aereo e ϑ indipendente da 2 ε risulta:

$$\cos\vartheta = -\frac{A}{B} \text{ nel } 1^\circ \text{ e } 3^\circ \text{ quadrante}$$

$$\cos\vartheta = \frac{A}{B} \text{ nel } 2^\circ \text{ e } 4^\circ \quad \text{»}$$

Esse permettono di ricavare ϑ in funzione di β.

Ad esempio per $2\,\varepsilon = 60°$ $\varphi = 270°$ $\alpha = 21°$ $\beta = 45°$ ϑ raggiunge quasi 11° per parte cioè la ricezione di una linea continua si ha in questo caso non già quando ci si trova su una delle bisettrici, bensì su una direzione spostata di circa 11°. Il segno di ϑ è tale

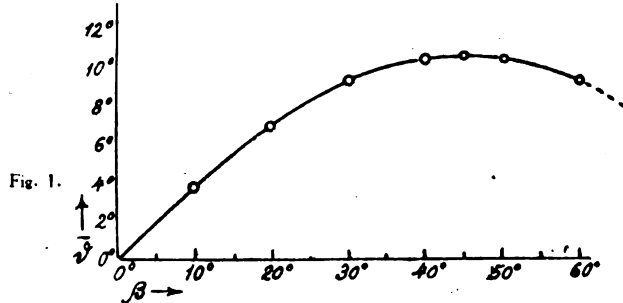



Fig. 1.

che i punti di percezione della linea continua si spostano verso il velivolo tendente a tagliare la bisettrice. La curva dei ϑ in funzione di β è resa dalla fig. 1.

Fatte analoghe considerazioni per voli a stella tenendo costanti tutti gli angoli di cui sopra e variando invece le φ e β gli AA. deducono che le conclusioni sono simili, e cioè che φ è indipendente da 2 ε e che si hanno analoghi spostamenti. Per la maggior parte dei valori di φ la ricezione è opposta a quella che si avrebbe da una S. R. T. a terra.

Controllati questi dati con numerosi voli gli AA. hanno ottenuta una buona conferma sperimentale per la maggior parte dei casi. Qualche incertezza la si è avuta nei voli bassi e gli AA. l'attribuiscono alle influenze del terreno. *F. Li.*

★

R. BALDUS ed E. BUCHWALD — **Rilievi radiogoniometrici su trasmissioni r. t. di velivoli.** (Iahrb. d. draht. Tel. marzo 1920, vol. 15, pag. 214).

Gli aeroplani furono forniti di apparecchi trasmettitori ad oscillazioni smorzate con aereo pendente come nel primo dei precedenti lavori. Per la ricezione furono destinate a turno tre stazioni terrestri, provvedute ciascuna di due aerei direttivi, i cui piani verticali erano normali fra di loro, e di un ordinario radiogoniometro. Gli aerei di forma triangolare avevano il vertice superiore aperto e dai due lati tendenti a convergere in esso scendevano verticalmente due fili i quali entravano nella stazione; quivi essi potevano restare indipendenti l'uno dall'altro, o esser messi in corto circuito, o finalmente connessi fra di loro per mezzo di condensatori. Le esperienze furono principalmente effettuate con antenne aperte; le lunghezze d'onda usate furono di 150, 200 o 250 m; gli aerei trapezoidali, sui quali vennero pure eseguite prove, diedero risultati non dissimili da quelli triangolari.

La direzione della posizione dell'aeroplano, quale è indicata dal radiogoniometro, risulta di solito scartata dal vero in varia misura. L'errore dipende dall'angolo che l'asse del velivolo forma colla proiezione orizzontale della congiungente stazione trasmittente - aeroplano. L'errore è *zero* quando questo angolo è di 0° o di 180°, vale a dire quando l'aeroplano dirige sulla stazione o se ne allontana; ma quando l'angolo si avvicina ai 90° gli errori diventano molto sensibili. Essi possono raggiungere i 50° od i 60° e le direzioni rilevate radiotelegraficamente sono sempre spostate verso la coda del velivolo. Risultò altresì che gli errori variano da un giorno all'altro, ed ancor più secondo la posizione della stazione terrestre; così per una stazione distante appena un km da un'altra gli errori si ridussero ad una metà o ad un terzo. Essi poi aumentano col diminuire della distanza o col crescere dell'altezza, e dipendono dal rapporto di queste due quantità, vale a dire dall'angolo che la retta congiungente il velivolo colla stazione radiogoniemetrica forma colla sua proiezione orizzontale: per un angolo di 18° l'errore può raggiungere i 60°. Gli aerei chiusi danno errori meno gravi di quelli aperti e gli errori osservati coi primi variano da 1/3 a 1/4 di quelli osservati coi secondi. La formula di Burstyn per il calcolo degli errori, usata nei casi di antenne aperte, fa prevedere errori troppo piccoli, ed errori troppo grandi quando usata per antenne chiuse. Coll'aumentare delle lunghezze d'onda aumentano gli errori. L'angolo ϑ precedentemente definito e formato dal piano verticale del velivolo e della S. R. T. con uno dei piani bisettori del radiogoniometro, esercita la sua influenza sugli errori, i quali sono minimi se l'aeroplano trovasi nei piani degli aerei, massimi se coincidono con le direzioni delle bisettrici, e ciò nel caso di aerei riceventi aperti alla sommità. Usando invece aerei col vertice superiore chiuso, gli errori si mantengono costanti tutto in giro e più piccoli che nel caso del vertice aperto.

Le antenne orizzontali agli aerei radiogoniometrici sopra indicati, danno luogo a gravi errori ed in questo caso i più accentuati furono osservati nel piano delle antenne, i minori nelle direzioni delle bisettrici.

Per l'esattezza dei rilevamenti ha un'importanza singolarissima la forma dell'antenna del velivolo. Furono esperimentate anche antenne di velivoli non dirigibili, come quelle accennate alla fine del primo lavoro, mentre nella stazione terrestre venivano collocati, a foggia di stella, 36 aerei. Quello dell'aeroplano, formato come si è detto dianzi, non era direttivo; non fu riscontrato alcun errore neppure alla distanza di 3 km ed all'altezza di 700 m, ma, appena venne applicato all'aeroplano un ordinario aereo, apparvero gli stessi errori osservati nei casi che sopra abbiamo accennato. Per conseguenza gli Autori concludono affermando che gli errori sono dovuti alle proprietà direttive dell'antenna trasmittente. *A. Me.*

:: :: :: CRONACA :: :: ::

ACCUMULATORI.

Separatori per accumulatori elettrici. - (The Engineer 1-4-21). — I fogli di legno ondulato comunemente impiegati come separatori negli accumulatori elettrici, quantunque rappresentino un grande progresso rispetto alle bacchette di vetro primitivamente usate, hanno il difetto di una durata piuttosto limitata, dalla quale deriva un aumento delle spese di manutenzione e una diminuzione nell'utilizzazione della batteria per la necessità di smontarla e rimontarla quando occorre ricambiare i separatori. Per eliminare i detti inconvenienti T. A. Willard della Willard Storage Battery Co. di Cleveland, U. S. A., ha ideato un nuovo tipo di separatore, costituito da una base di gomma pura rinforzata con un grandissimo numero di sottili fili di cotone, i quali funzionano come tubi capillari attraverso i quali può passare la soluzione acida. Questo passaggio si effettua senza pregiudicare le qualità dell'isolatore, e poichè la gomma ha una durata praticamente illimitata, la vita della batteria risulta notevolmente prolungata. Un altro vantaggio del sistema consiste nel permettere di ottenere dalla batteria scariche più intense. *E. C.*

ELETTROMETALLURGIA.

La fabbricazione diretta, al forno elettrico, degli utensili sbozzati in acciaio rapido. - (Le Génie Civil, 1-1-21). — La United States High-Speed Steel and Tool Corporation ha recentemente risolto il problema di ottenere direttamente, al forno elettrico, la fusione degli utensili sbozzati in acciaio rapido. La fusione degli acciai speciali di qualunque qualità, sotto forma di lingotti è al giorno d'oggi organizzata in modo corrente, come operazione continua e dà ottimi risultati; ma dopo questa operazione è necessario riprendere i lingotti destinati alla fabbricazione degli utensili, e dare a questi la forma definitiva mediante martellatura, forgiatura e laminatura. Analogamente si procede per produrre, sotto forma di sbarre, lamiere e nastri, tutti i pezzi di acciaio speciale per la costruzione delle automobili; ma non si era riusciti finora, almeno in modo corrente e con risultati commerciali e tecnici soddisfacenti, a dare direttamente all'acciaio fuso al forno elettrico la forma voluta per la fabbricazione degli utensili destinati alla lavorazione dei metalli.

La United States High-Speed Steel and Tool Corporation in una piccola officina, dotata di laboratorii bene attrezzati, impiantata a Toledo durante l'ultimo anno di guerra, è riuscita a fondere direttamente degli utensili sbozzati, i quali risultano, fino al loro completo consumo, grandemente superiori agli utensili fabbricati con gli ordinarii sistemi di forgiatura.

In base a risultati così ottenuti, un'officina più importante è stata recentemente impiantata a Green Island, N. Y., allo scopo di far fronte alle crescenti richieste di questa nuova produzione. Le fusioni vengono fatte al forno Rennerfelt, caricato con residui di acciaio dolce mescolati, secondo i casi, con vanadio, tungsteno o cromo. L'esame micrografico dimostra che la struttura cristallina degli acciai così ottenuti differisce notevolmente da quella degli altri acciai ed è ad essa superiore. *E. C.*

:: Note Economiche, Finanziarie e Politiche ::

Le Società Elettriche nell'aprile.

Bilanci e dividendi.

Soc. Ligure Toscana di Elettricità — Livorno — Capitale L. 100 000 000. Versato L. 78 400 000. La relazione del Consiglio, dopo avere accennato alle varie cause che hanno ostacolato il regolare funzionamento degli impianti, e particolarmente alle frequenti agitazioni del personale, annunzia che malgrado ciò la produzione del 1920 è stata superiore a quella dell'anno precedente di circa sette milioni e mezzo di kWh.

I lavori dei nuovi impianti procedono con alacrità malgrado le difficoltà tuttora esistenti per la provvista dei materiali, per i trasporti e per la mano d'opera.

Il bilancio si è chiuso al 31 dicembre 1920 con un utile netto di L. 5.454.410,32, in corrispondenza del capitale medio versato nel 1920 in L. 58.600.000, che consente l'assegnazione di un dividendo dell'8% lordo.

Soc. An. Elettricità Alta Italia — Torino — Cap. L. 48.000.000. Dopo avere accennato all'aumento regolarmente effettuato del capitale sociale la relazione del Consiglio di Amministrazione fa rilevare l'espansione sempre crescente della Società la cui rete si estende in tutta la regione Piemontese, sia direttamente sia per mezzo delle minori Società controllate.

Mercè opportuni accordi con il Gruppo Svizzero, suo creditore, l'E. A. I. ha convenientemente sistemato questo suo impegno.

L'esercizio chiuso al 31 dicembre 1920 ha dato un utile netto di L. 3.788.957 che consente di assegnare un dividendo del 6,80% pari a L. 17 per azione.

Soc. Idroelettrica Piemonte - S. I. P. - — Torino — Capitale L. 40.000.000. La relazione del Consiglio d'Amministrazione enumera anzitutto le molte difficoltà di varia natura che si son dovute superare durante il 1920. L'aumento dei prezzi delle materie prime addirittura fantastico, ed i notevoli aumenti del personale imposti dal lodo Labriola hanno portato un aggravio non indifferente al bilancio.

La relazione accenna poi alle forti partecipazioni che la S. I. P. si è assicurate nella *Soc. Idroelettrica Monviso* e nella *Soc. Idroelettrica Piemontese-Lombarda Ernesto Breda* mercè le quali, non oltre il 1923, potrà disporre di oltre 150.000 HP, pari ad oltre mezzo miliardo di kilowatt-ore.

Il bilancio si è chiuso con un utile netto di L. 3.269.556,41 che permette di dare un dividendo del 7% pari a L. 8.75 per azione.

Società delle Forze Idrauliche del Moncenisio — Torino. — Capitale L. 40.000.000. La relazione del Consiglio, dopo avere accennato all'effettuato aumento del capitale sociale da 10 a 40 milioni, enumera le sfavorevoli circostanze nelle quali si è svolto l'esercizio 1920, che sono state appena attenuate dalle disposizioni legislative che hanno consentito un lieve aumento delle tariffe di vendita dell'energia.

L'esecuzione dei lavori dei nuovi impianti procede in modo soddisfacente e si spera nel corso del prossimo anno 1922 di fare entrare in esercizio la grandiosa centrale di Venaus. Contemporaneamente saranno ultimati i lavori per l'ampliamento della Centrale di Gran Scala.

I risultati dell'esercizio chiuso al 31 dicembre 1920 non sono tali da permettere una remunerazione del capitale sociale il saldo attivo essendo di L. 68.909.4[illegible].

Officine Elettriche Genovesi. — Genova — Cap. L. 20.000.000. La relazione del Consiglio d'Amministrazione accenna alle difficoltà che si son dovute superare ed al continuo aumento della mano d'opera e di tutti i materiali.

Gli aumenti delle tariffe consentite dal Decreto 2264 sono stati del tutto insufficienti a compensare le maggiori spese di esercizio, e specialmente quelle per l'applicazione del lodo Labriola al personale.

Tuttavia il bilancio si è chiuso con qualche miglioramento in confronto di quello precedente, e ciò devesi puramente all'aumento verificatosi nell'erogazione dell'energia elettrica.

La relazione accenna poi all'impianto idroelettrico di Moiare che è in corso di costruzione e che costerà molti milioni.

Il bilancio si è chiuso con un utile netto di L. 1.178.928 che consente di distribuire un dividendo lordo di L. 15 per azione, pari al 6%.

Soc. It. per il Carburo di Calcio. — Roma — Cap. L. 16,000.000. Ha chiuso il bilancio al 31 dicembre 1920 con un utile netto di L. 3.334.230,72, in base al quale distribuisce un dividendo di L. 30 per azione.

Soc. Brioschi per Imprese Elettriche — Milano — Capitale L. 15.000.000. Nella sua relazione il Consiglio annunzia che le domande di energia per piccole utenze sono andate sempre aumentando e tale sviluppo unito ad un moderato aumento delle tariffe ha consentito di poter fronteggiare il rapidissimo accrescere delle spese nell'ultimo esercizio.

La relazione accenna poi alla importante partecipazione assunta nella Soc. Gen. dell'Adamello con la quale la Brioschi concorre ai nuovi grandiosi impianti idroelettrici che si stanno costruendo e nella Soc. Cerro al Lambro con la quale possono essere attuali utili scambi di energia.

Il bilancio si è chiuso con un utile netto di L. 1.202.254 che permette l'assegnazione di un dividendo del 9%.

L'Assemblea ha deliberato di aumentare il capitale sociale da L. 15.000.000 a L. 25.000.000.

Soc. El. della Venezia Giulia — Trieste — Cap. L. 14.000.000. Nel primo anno di esercizio questa società non poteva svolgere che un'attività limitata. Prelevando energia dalle altre consorelle del Veneto ed erogandola nella Venezia Giulia ha fortemente contribuito a far risparmiare gran quantitativo di combustibile. Mercè sua la sola Azienda El. Municipale di Trieste ha potuto realizzare un'economia di circa il 90% in confronto alla produzione termica.

L'esercizio si è chiuso con un utile netto di L. 350.877,19 che permette di dare un dividendo di L. 6.66 2/3 per azione, pari al 5% pro versato, cioè per otto mesi.

Soc. Varesina per Imprese Elettriche — Varese — Capitale L. 12.325.000. La relazione del Consiglio fa rilevare come l'esercizio 1920 sia quello che dal 1915 in poi ha maggiormente risentito delle speciali condizioni politiche ed economiche derivanti dalla guerra.

Il servizio distribuzione energia elettrica è stato alquanto più redditizio di quello del passato esercizio.

Non così però il *servizio trasporti* che ha avuto una perdita di L. 223.925,94.

Il bilancio complessivo si è chiuso con un utile netto di L. 845.559.68 che consente di distribuire un dividendo lordo di L. 5 per ciascuna azione di L. 85.

Soc. El. dell'Italia Centrale — Roma — Cap. L. 12.000.000. Ha avuto nell'esercizio chiuso al 31 dicembre 1920 un utile netto di L. 1.127.038,61 che le consente di assegnare un dividendo di L. 8 per ogni azione.

Soc. Sicula Imprese Elettriche (In liquidazione) — Palermo — Cap. ridotto a L. 2.709.900. Nell'esercizio 1920 ha avuto una perdita di L. 609.619,32, il che segna un notevole miglioramento in confronto all'esercizio 1919 nel quale la perdita netta raggiunse la somma di L. 2.032.425.

Soc. It. per la Fabbricazione dell'Alluminio — Roma — Cap. L. 5.000.000. La relazione del Consiglio fa una breve e lucida esposizione delle cause che hanno impedito il regolare svolgimento dell'esercizio 1920 previsto nella scorsa assemblea.

Il conto profitto e perdite si è chiuso con l'esiguo utile di L. 30.379,57 che è stato deciso di portare a nuovo.

Soc. Marchigiana di Elettricità — Recanati — Capitale L. 5.000.000. La relazione accenna alle difficoltà di ogni natura che si son dovute superare per la realizzazione del programma proposto.

I lavori dei nuovi impianti procedono alacremente e si spera di condurli a termine al più presto.

Con la fusione della Ditta Tommasini Albanesi di Castelfidardo e della Ditta Ribichini di Portocivitanova si è completato il raggruppamento delle principali imprese della regione.

Il bilancio si è chiuso con un utile netto di L. 198.454,75 che permette l'assegnazione di un dividendo del 6%.

Soc. An. Elettricità Toscana — Pisa — Cap. L. 4.000.000. Ha avuto nell'esercizio chiuso al 31 dicembre 1920 un utile netto di L. 210.862,53 in base al quale distribuisce un dividendo del 5%, pari a L. 25 per azione.

Soc. per applicazioni di energia elettrica — Torre Annunziata — Cap. L. 3.000.000. Il bilancio si è chiuso al 31 dicembre 1920 con un utile di L. 256.747,92 inferiore per L. 68.794,01 a quello realizzato nel 1919.

La relazione del Consiglio illustra le ragioni per le quali si è ottenuto un risultato così poco soddisfacente. Il maggior tracollo al bilancio è stato dato dal vertiginoso aumento delle paghe e compensi al personale in seguito ai concordati, lodi e convenzioni succedutisi a breve intervallo e che non era possibile prevedere.

L'utile anzidetto permette l'assegnazione di un dividendo di L. 7 lorde per ciascuna azione da L. 100.

Società Elettrica del Tronto — Ascoli Piceno — Capitale L. 1.850.000. Nonostante l'incertezza degli affari questa società è riuscita ad ottenere rendite quasi uguali a quelle del passato esercizio.

Il bilancio si è chiuso al 31 dicembre 1920 con un utile netto di L. 158.584,92 che consente di assegnare un dividendo di L. 7,50 per azione.

Unione Tarantina Elettrogas C. Cacace e C. — Taranto — Cap. L. 1.600.000. La relazione del Consiglio d'Amministrazione accenna alle forti spese sostenute per la provvista del carbone che nel 1920 subì aumenti notevolissimi sino a raggiungere la cifra di L. 800 la tonnellata, nonchè alla forte somma occorsa per le manutenzioni che costarono L. 377.543,54.

Il lodo Labriola ha pure gravato fortemente sul bilancio: al personale sono stati accordati notevoli miglioramenti economici. In soli quattro anni le spese del personale sono aumentate nel rapporto da uno a sei mezzo!

L'esercizio si è chiuso con un utile di L. 118.144,29 che consente di distribuire un dividendo di L. 75, detratte del 15%, per le azioni al portatore da L. 1000 e di L. 75 integrali per le azioni nominative pure di L. 1000.

Soc. Elettrotecnica Palermitana — Palermo — Capitale L. 1.000.000. Nell'ultimo esercizio ha avuto un saldo utile di lire 3.775,40 che riporta a nuovo.

Soc. El. Barnabò e Giacobbi e C. — Domegge — Capitale L. 1.000.000. Ha avuto nell'esercizio ultimo un utile netto di L. 97.475,27.

Soc. An. di Elettricità del Ticino. — Milano — Capitale lire 700.000. Nonostante le accresciute spese di esercizio nei confronti di quello precedente si è avuto un sensibile incremento negli introiti in virtù degli aumenti delle tariffe.

Il bilancio si è chiuso al 31 dicembre 1920 con un utile netto di L. 130.945.51 che permette l'assegnazione di un dividendo di L. 15 meno la trattenuta del 15% cioè di L. 12,75 a ciascuna azione al portatore; e di L. 15 più L. 0.118, quale rimborso della minor tassa di negoziazione a termine del D. L. n. 300 del 27 febbraio 1919, cioè L. 15,118 a ciascuna azione resa nominativa prima del 30 giugno 1920.

Soc. Medese di Elettricità Villoresi e C. — Meda — Capitale L. 600.000. Ha chiuso il bilancio al 31 dicembre 1920 con un utile netto di L. 57.898 che le consente di dare un dividendo dell'8%.

Soc. Pavese di El. A. Volta — Pavia — Cap. L. 700.000. Ha chiuso il bilancio al 31 dicembre 1920 con un utile netto di L. 131.345,63 che le permette di dare un dividendo di L. 7.50 meno la trattenuta del 15%, cioè di L. 6,375, a ciascuna azione al portatore; e di L. 7.50 più L. 0,0706, quale rimborso della minore tassa di negoziazione a termine del D. L. n. 300 del 27 febbraio 1919, a ciascuna azione resa nominativa prima del 30 giugno 1920.

Soc. Elettrica Saronnese — Saronno — Capitale L. 500.000. Il bilancio chiuso al 31 dicembre 1920 ha avuto un utile netto di L. 174.269,71 che permette di dare un dividendo di L. 7 a ciascuna azione da L. 50.

Soc. El. Valsassinese — Introbio — Capitale L. 400.000. Col bilancio chiuso al 31 dicembre 1920 ha avuto un utile netto di L. 39.023,51 che consente di dare un dividendo dell'8% pari a L. 4 per azione.

Soc. Ligure Piemontese Elettricità e Gaz — Arquata Scrivia — Cap. 150.000. Nell'esercizio chiuso al 31 dicembre 1920 ha avuto un utile netto di L. 14.858,83.

Officina Elettrica del Grevone — Amalfi — Ha chiuso il bilancio al 31 dicembre 1920 con un utile netto di L. 35.000.

Imprese Elettriche e Telefoniche Ing. Bormida — Milano — Cap. L. 1.600.000. Ha chiuso l'esercizio 1920 con un'eccedenza attiva di L. 86.870,51, che ha assegnato al fondo reintegrazione impianti.

Tecnomasio It. Brown Boveri. — Milano — Cap. L. 12.000.000. Ha chiuso il Bilancio 1920 con un utile di L. 1,423.418 che consente la distribuzione di un dividendo del 10%.

E' stato deliberato dall'assemblea un aumento del capitale sociale a L. 30.000.000.

Soc. Torinese di Tramways e ferrovie Economiche — Torino — Cap. L. 6.000.000. La relazione del Consiglio accenna alle ragioni politiche ed alle disparate disposizioni legislative, che togliendo ogni autonomia alle imprese private, con l'imposizione di tariffe e prezzi, e con la fusione quasi totale in un unico Consorzio di tutte le aziende Tramviarie d'Italia, non solo non sono riuscite a sostenere quelle che non avevano sufficiente vitalità ma hanno estenuato e rovinato quelle che si mostravano prospere e rigogliose.

Il bilancio si è chiuso con una perdita di L. 1.616.627,55.

Soc. Romana Tramways-Omnibus — Roma — L'esercizio 1920 si è chiuso con un deficit di L. 531.391.10. Il servizio tramviario, ridotto ormai a poche linee, ha dato un disavanzo di L. 703.923,22 dovuto, secondo la relazione del Consiglio, alla contrazione del traffico prodotta dall'aumento delle tariffe.

La Società spera che le nuove attività cui si è indirizzata, come la larga partecipazione alla Società Elettro-ferroviaria di Roma che ha la concessione della ferrovia Orte-Civitavecchia, saranno feconde di utili. Sono tuttora pendenti col Comune di Roma le liquidazioni per la cessione delle linee.

Aumenti di capitale.

La *Soc. An. Baltea* per impianti idroelettrici e di irrigazioni di Torino ha deliberato di portare il capitale sociale da L. 500.000 a L. 2.000.000.

Costituzioni.

Si è costituita in Milano col capitale sociale di L. 1.000.000 la Soc. «*Osram*» che ha per oggetto il commercio ed eventualmente la fabbricazione di articoli elettrotecnici e specialmente delle lampade elettriche ad incandescenza Osram, Votam e A. E. G.

La Soc. It. Utilizzazione forze Idrauliche del Veneto, il Credito Industriale di Venezia e la Società Adriatica di Elettricità hanno costituito la *Soc. Euganea di Elettricità* in Venezia col capitale sociale di L. 10.000.000.

Si è costituita in Vercelli la *Soc. Vercellese di Elettricità* col capitale sociale di L. 6.000.000. Scopo della Soc. è la costruzione di impianti elettrici e la loro utilizzazione specialmente per usi agricoli.

Varie.

La Società Laboratorio Elettrotecnico Ing. Luigi Magrini — costituita sotto forma di accomandita semplice nel 1904 in Bergamo e trasformata in anonima nel marzo 1907 — si è dedicata alla produzione di apparecchi elettrici da linea e da quadro (con specialità per le altissime tensioni), di cabine di alimentazione e smistamento per trazione elettrica, di motori e trasformatori e di costruzione meccaniche di precisione di qualsiasi genere.

Il capitale in origine era di L. 2.400.000; nel 1908 venne aumentato a 3 milioni; nel 1910 svalutato a L. 1.500.000; in questi ultimi anni portato a L. 4.250.000; ed una recente assemblea straordinaria degli azionisti ha deliberato di aumentarlo a 6 milioni.

Alla situazione economica creatasi durante la guerra e nell'immediato dopo-guerra, caratterizzata da una sfrenata corsa al rialzo dei prezzi dei costi, doveva fatalmente succedere una situazione inversa, cioè il determinarsi di una crisi di ribasso per l'accentuarsi dello spostamento di fase fra l'accresciuta produzione e le diminuite richieste. Tale crisi, iniziatasi all'estero, si è già estesa in Italia come ripercussione, e mentre non è ancora sentita nella contrattazione spicciola della vita quotidiana, già colpisce le industrie.

Come abbiamo più volte cercato di spiegare in queste note tali fenomeni sono paragonabili a quelli delle oscillazioni, e sono ricorrenti onde tendono nei primi momenti ad accentuare l'esaltazione delle ondulazioni per far loro prendere l'aspetto delle onde di scariche disruptive che in linea economica caratterizzano la crisi.

Di pari passo con questi fenomeni noi abbiamo la crisi del capitale e le crisi sociali poichè nella determinazione dei prezzi di costo dei prodotti, l'elemento lavoro e l'elemento capitale sono legati l'uno all'altro da coefficienti determinati.

Nei 70 anni di vita del socialismo scientifico noi possiamo nettamente stabilire un parallelo fra le crisi economiche e quelle delle teorie socialiste. Queste prendono piede fra le masse ed hanno successo anche nella pubblica opinione e nella legislazione, quando la mano d'opera viene ricercata, ma non appena questa ha raggiunto livelli di salari esorbitanti il giusto rapporto col vero valore del prodotto nel momento della vendita, si determinano crisi di disoccupazione, e spostamento della mano d'opera dalla città alla campagna e all'estero, fino a che non si sia ristabilito un nuovo equilibrio.

La fortuna della propaganda socialista e della organizzazione ha quindi un periodo di declinamento nel quale non influiscono per nulla le direttive politiche del Governo o della pubblica opinione ma anche queste sono in dipendenza diretta delle fatali leggi economiche.

Ciò che avviene oggi in Italia non deve quindi considerarsi che come un conseguenza logica del periodo che abbiamo trascorso.

Errano perciò grandemente i dirigenti della C. G. L. ed i maggiori scrittori socialisti quando vogliono ravvisare in un risveglio della reazione borghese, appoggiata dal Governo, l'attuale tendenza fascista ed anti socialista, e allorchè gittano il grido di allarme per spostare nel campo politico ciò che non è che una estrinsecazione delle leggi economiche.

Mostra di nulla aver capito di tali fenomeni, ad esempio l'On. Giuseppe Bianchi quando scrive che industriali ed agrari premuti dalla crisi economica con le connesse difficoltà del finanziamento, della produzione e dello scambio, non sanno vedere ed escogitare altri ripieghi per la loro incresciosa situazione all'infuori di una politica di compressione dei salari e di spogliazione dei miglioramenti che la classe lavoratrice ha effettuati.

Ora, miglioramento e salari non possono astrarre dalle condizioni generali della produzione, e non dipendono dalla volontà dei datori di lavoro, i quali, non potrebbero, senza il fallimento certo delle loro imprese, continuare a pagare *sette* quello che oggi non vale più di *tre* o *quattro*.

Predicare oggi la lotta di classe, acuire gli odi, fomentare disordini è un vero delitto poichè significa mandare al macello la gente al solo scopo di cercare di salvare la posizione morale e materiale dei capi.

Gli organizzatori socialisti che oggi tremano per le loro confederazioni e per i loro posti, non sanno far di meglio che attribuire a cattiveria o ad incapacità della classe borghese sia la chiusura degli stabilimenti che le riduzioni delle ore di lavoro,

e aizzano gli operai contro i datori di lavoro, incolpandoli di voler deprimere o distruggere le organizzazioni per ritogliere ciò che hanno concesso nei periodi di floridezza, e si atteggiano a vittime della cieca reazione. Non potrebbero dimostrare una maggiore mala fede.

Si sono accese vive polemiche fra i vari capi del socialismo che si accusano l'un l'altro degli errori commessi che hanno determinata la crisi nel partito. Ma nessuno o quasi nessuno ha l'onestà di riconoscere che tale crisi non dipende dalla colpa di nessuno, mentre la vera colpa comincia adesso col voler mantenere la situazione creatasi in un momento di rialzo quando vi è un periodo di depressione, e sopratutto con la pretesa di voler mantenere gli alti salari quando il potere di acquisto della lira comincia ad aumentare, con la discesa del cambio.

Noi dobbiamo considerare che entriamo in una fase economica del tutto speciale. Mentre per effetto delle relazioni internazionali i valori delle materie prime e quello dei prodotti semi lavorati e lavorati tendono a ribassare, i generi alimentari e quelli di immediato consumo personale non subiranno un ribasso sincrono. Il valore del prodotto italiano dovrà ribassare per adeguarsi al prezzo similare prodotto importato, e quindi dovrà ribassare il costo della mano d'opera, mentre l'operaio dovrà ancora continuare a pagare per qualche tempo i generi occorrenti alla sua vita ai costi di prima.

Noi avremo quindi due valori della stessa moneta: uno per riceverla, l'altro per spenderla. Ciò porterà inevitabilmente la necessità di una contrazione nei consumi voluttuari che accelererà il fenomeno fino a tanto che non avremo la nuova condizione di equilibrio nel pareggiamento fra i detti due valori. E' l'inverso di quanto è successo qualche anno fa. Allora si rimediava accrescendo continuamente le mercedi ed accordando indennità di caro vita sempre più elevate, ed in pari tempo aumentando la circolazione cartacea e deprezzandone sempre più il potere di acquisto. Oggi si dovrebbero ridurre i salari ed in pari tempo ritirare dalla circolazione la carta straccia con tanta larghezza stampata, ma siccome è più facile dare che togliere, ne avverrà che per mantenere i salari ad alcuni, bisognerà sopprimerli addirittura ad altri determinando la disoccupazione di tutti gli elementi meno atti alla produzione e meno degni dell'alto salario.

Quando poi, per il combinato effetto di queste cause noi avremo ridotto il costo della vita, il mantenimento del salario elevato sarebbe pericoloso perchè si accrescerebbe la capacità di soddisfare a bisogni voluttuari e si contrasterebbe il raggiungimento delle condizioni di equilibrio. Si perpetuerebbe cioè il propagarsi delle onde che invece occorre rapidamente smorzare.

I socialisti sono per principio, liberisti. Anche questo è un errore in via generale per paesi come il nostro, deficiente di alcune condizioni per la sussistenza dell'industria; ma è un errore assai più grave oggi. Un protezionismo giusto potrebbe alleviare molte conseguenze dolorose delle crisi, consentendo prezzi di produzione superiore ai prezzi di importazione e quindi il mantenimento dei salari più elevati. Il liberismo invece obbligherà molte industrie ad arrestarsi ed accentuerà la disoccupazione favorendo inevitabilmente il ribasso dei salari. Col protezionismo la fase transitoria cui prima accennavamo di asincronia fra i diversi valori della lira, sarebbe prolungata e meno sensibile per i lavoratori, col liberismo si accorcerebbe, ma con grave disagio di questi.

Augurarsi il ribasso dei cambi, il liberismo e pretendere di mantenere i salari significa pretendere l'impossibile. Se i socialisti comprenderanno l'errore economico di tali loro pretese potranno salvarsi dal naufragio, ma se crederanno di aizzare le classi operaie contro la borghesia come cercano di fare ora, piomberanno il paese nella più grave delle crisi con tutto danno dei lavoratori.

Per fortuna il nostro paese è saldo e di buon senso, e questa iattura ci sarà risparmiata.

Osserviamo quello che sta accadendo in Inghilterra dove lo sciopero dei minatori non ha altro scopo che di opporsi ai ribassi delle mercedi, e facciamo tesoro, come abbiamo fatto tesoro dell'esperienza russa.

Le elezioni si fanno su di una impostazione che a torto si chiama anti socialista, ma che è invece basata su di una politica realistica. Se la nuova Camera sarà l'espressione genuina della situazione del paese, l'Italia avrà fatto un gran passo avanti verso la ricostituzione.

Noi dobbiamo eliminare del tutto le bardature di guerra, frutto di una soverchia ingerenza del Governo nelle iniziative private, che si potrebbe anche chiamare degenerazione della funzione statale.

Noi dobbiamo ridare all'industria ai commerci, all'agricoltura tutta l'antica elasticità.

Noi dobbiamo riorganizzare tutto il sistema tributario su basi diverse, in modo che non si isteriliscano le fonti del reddito; noi dobbiamo seguire una sana politica elettrica, continuando la nostra gloriosa tradizione e lasciando da parte le pericolose forme di burocratizzazione e di statizzazione che arresterebbero di colpo ogni sviluppo di questa che è la prima fra tutte le nostre industrie; noi dobbiamo risolutamente affrontare la questione doganale, adattando quel giusto protezionismo che ci consenta di far vivere la nostra industria e la nostra agricoltura e che agisca da elemento compensatore nel tempo a quel protezionismo decrescente che è tuttora costituito dal cambio elevato; noi dobbiamo ridurre al minimo la burocrazia statale che per la sua elefantiasi è una piovra insaziabile: noi dobbiamo educare i nostri lavoratori onde farne degli ottimi collaboratori e non dei nemici della nostra classe, noi dobbiamo infine garantire la continuità dei pubblici servizi senza dei quali il paese non potrà mai essere sicuro di prosperare, abbandonando certi sentimentalismi demagogici che non hanno fatto altro che rovinare il paese.

Questo programma oggi viene predicato dai fascisti i quali lo stanno attuando, sia pure a suon di legnate, per logica reazione contro il programma predicato finora dai socialisti che ne è l'opposto.

A chi dobbiamo i calmieri e la bardatura di guerra? Alla piazza che l'ha sempre invocata per l'odio contro la borghesia da essa chiamata sfruttatrice. A chi dobbiamo le inique leggi fiscali ed il caotico sistema tributario? Ai socialisti che hanno sempre invocato le tasse per gli altri.

Chi vorrebbe statizzare l'industria elettrica e tutti i pubblici servizi e le miniere, chi vorrebbe spalancare le porte di casa ai nostri concorrenti e nemici, chi vorrebbe moltiplicare la burocrazia estendendola anche alle aziende private, chi vorrebbe controllare la libera industria per assoggettarla al dispotismo dei lavoratori, chi ha rovinato il paese attuando continui scioperi nei pubblici servizi? I socialisti! Chi in fondo contrasta i provvedimenti liberali in tema di pubblica istruzione se non essi che, ai pari dei clericali, temono di istruire il popolo?

Oggi che vanno scomparendo le vere dittature rosse in molte zone di Italia, si può constatare fino dove era giunto il potere dei capilega.

Si sono deplorate a suo tempo le gesta della mafia e della camorra, ma quale differenza vi è tra esse e il prepotere delle organizzazioni nel Ferrarese, nella Romagna e nell'Emilia?

Noi deploriamo gli eccessi da qualunque parte si manifestino, ma alle lagrime di coccodrillo dell'*Avanti* e degli altri giornali rossi, dovremmo opporre la cronaca fatta giorno per giorno di tutti i fasti ed i nefasti dei due anni di vera dittatura del partito socialista.

Chi semina vento raccoglie tempesta. E la tempesta oggi si è scatenata e tanto più è violenta, tanto più presto ci porterà il sereno.

Noi non sappiamo quale sarà il risultato delle elezioni, e probabilmente la nuova Camera sorta durante la tempesta non sarà quello dell'arco baleno; ma esso potrà contribuire al rasserenamento.

Lo svolgersi dei vari fenomeni economici evolutivi ai quali accennavamo nel principio di questa nota dovrebbe trovare nella nuova Camera un ambiente adatto ad eliminare le difficoltà ed a spianare la via alla nuova economia.

Nella Camera, testè disciolta, sorta durante la seminazione del vento, soffiavano troppe passioni violente e si è costantemente fatta opera negativa e dissolvente.

Gli avvenimenti, le cose, oggi sovrastano agli uomini ed ai partiti.

Questi si sforzano di enunciare ottimi propositi e bei programmi.

Ma l'andare fatale delle leggi economiche in un paese sano e forte come il nostro non sarà nè arrestato nè deviato dalla volontà dei singoli. Abbiamo rasentato lo scoppio della rivoluzione, l'instaurazione del bolscevismo, abbiamo sopportato le violenze rosse e nere, siamo stati all'orlo del fallimento, abbiamo rischiato nuove guerre e l'intervento di stranieri in casa nostra, siamo andati a rischio di spezzare la nostra unità, abbiamo avuto la disgrazia di essere stati sgovernati per anni ed anni, abbiamo visto a Caporetto spezzato il nostro fronte ed il nemico in casa per un anno, e pure oggi siamo più forti e sereni di prima, e meno colpiti dalla crisi di quanto non lo siano gli altri popoli. Sarà lo stellone sarà il nostro buon senso, sarà la nostra vecchia civiltà, sarà la fortezza della nostra razza; il fatto è che siamo in piedi, e questa nostra borghesia, vilipesa e considerata già in istato di putrefazione è quella che ancora ci ha salvati e ci guiderà nella ricostruzione.

Il socialismo, per la decima volta da che è stato inventato dal Marx, dall'Engel e compagni subisce la periodica fatale crisi dalla quale rinascerà più evoluto e più corretto; la borghesia anche essa uscirà ritemprata per combattere le future battaglie.

Gli storici fra 50 o 100 anni spiegheranno ai nostri pronipoti che la guerra e le crisi economiche post belliche sono state fatalmente logiche come logiche sono le aspirazioni socialistiche dei lavoratori e logiche le difese della classe capitalistica. L'equilibrio non è stasi ma contrasto di forze dinamiche. L'essenziale è che nessuna di queste preponderi troppo.

★

In quanto ai cambi continua, la nostra miglioria, come può vedersi dal seguente prospetto trimestrale, nel quale, al solito

sono riferiti i guadagni e le perdite in percento dei vari paesi rispetto alla Svizzera il cui franco è preso eguale all'unità.

	Febbraio	Marzo	Aprile
New York	15.50 %	10.83 %	9.14 %
Spagna	16.50	18.75	21.50
Olanda	1.68	4.48	4.00
Svezia	3 %	2.00	1.00
Inghilterra	7.23	10.18	10.08
Norvegia	27.00	32.00	32.50
Danimarca	23 60	25.10	28.00
Belgio	55.25	57.65	55.50
Francia	56.88	58.40	56
Italia	78.05	76.05	72.25
Germania	92.28	92.56	93.00
Vienna	98.80	98.51	98.53

Emerge anche un certo miglioramento della Svizzera rispetto all'America ed alla Spagna, ed un miglioramento del Belgio, Francia, Italia rispetto alla Svizzera stessa e quindi rispetto agli altri.

In complesso però non vi sono grandi mutamenti.

*

Nei mercati finanziari si è notato incertezza e debolezza sin verso la metà del mese, con un susseguente risveglio promettente. Il consolidato 5% si è affermato sempre più, e le sue quotazioni si sono sempre mantenute strettamente legate alle fluttuazioni dei cambi. Dal principio alla fine del mese guadagna 3 punti con tendenza al rialzo. Più trascurato il 3,5%, indice questo del maggior credito che gode oggi lo Stato che spinge i risparmiatori a preferire un titolo prima negletto, quale l'8%. Hanno di certo contribuito alla miglioria le buone previsioni sul bilancio Statale il maggior gettito delle imposte, assai superiore alle speranze, l'orientamento della classe operaia, oramai stanca di inconsulte agitazioni e contraria agli scioperi, lo scioglimento della Camera, salutato all'Estero e da noi con le migliori disposizioni. Le Borse guardano senza troppe preoccupazioni al maturarsi degli avvenimenti internazionali. Così non si son troppo commosse del grave e persistente sciopero dei minatori inglesi che sembrava doversi complicare con altri scioperi generali del personale dei trasporti, mentre poi questi hanno abbandonato alla loro sorte i compagni minatori che dovranno capitolare dopo essersi rovinati finanziariamente ed avere apportato gravi danni al paese. L'esempio speriamo che sarà fruttifero anche per noi.

La grande tensione nei rapporti franco-tedeschi non preoccupa troppo le nostre Borse. Alle velleità di intervento francese e di occupazione militare del bacino minerario della Ruhr lungamente e segretamente appetito fa riscontro l'interesse inglese di non vedere troppo arricchire di carbone e ferro la Francia. Nel conflitto fra questi due paesi, l'Italia che ha interessi a non vedere nè l'uno nè l'altro troppo ingrandirsi, ha preso la posizione di paciera.

La crisi industriale ha fatto perdere terreno ai titoli siderurgici. L'Ilva traversa un periodo difficilissimo, ed il titolo è precipitato fin quasi a 40 perdendo 30 punti in pochi giorni. La lotta prepotente fra il Gruppo Perrone Ansaldo (Banca Sconto) e la Commerciale non fà buona impressione ed il pubblico si augura che finiscano presto certe polemiche e certi pettegolezzi poco edificanti. Intanto se ne risentono le quotazioni del comparto.

La disoccupazione operaia si accentua e funziona da doccia fredda per spegnere i bollori dei più scalmanati.

La legge della domanda e dell'offerta riprende i suoi ferrei diritti. La paura degli scioperanti di essere sostituiti dai disoccupati è il miglior freno contro gli scioperi.

Un fenomeno confortante si palesa all'Estero: l'abbondanza del denaro, che è un'altra conseguenza della crisi industriale. Essendo diminuiti gli impegni per le fabbriche e per il commercio ed essendosi spazzate via molte posizioni deboli, oggi la Banca Nazionale Svizzera ha potuto ridurre il tasso di sconto dal 5 al 4 1/2 per cento, e quello sulle anticipazioni dal 6 al 5 1/2. Gli Stati Uniti d'America riducono il tasso dal 7 al 6. L'Inghilterra voleva anche seguire l'esempio, ma causa lo sciopero minerario ha momentaneamente soprasseduto. In Italia nulla può ancora tentarsi in questo senso causa gli eccessivi gravami fiscali, le forti tasse, le tre rate contemporanee del tributo sul patrimonio da pagare. Tutto ciò rende lenta e laboriosa la formazione del risparmio e fà sfumare le disponibilità.

Il provvedimento riguardante l'aumento delle tariffe di vendita dell'energia elettrica è stato già favorevolmente scontato dalle Borse con una ripresa nel mercato dei titoli elettrici che non solo non hanno seguito la corsa generale al ribasso, ma si sono alquanto rialzati. E' stato particolarmente apprezzato negli ambienti finanziari lo scopo del decreto 288, di ridare cioè elasticità ai bilanci per permettere alle società di accelerare la costruzione dei nuovi impianti. Ciò conferma quanto abbiamo sempre detto e la tesi da noi sempre sostenuta. Consolidato 5%, titoli elettrici, e qualche titolo immobiliare, hanno avuto un buon sostegno. Gli altri o molto oscillanti con alti e bassi sensibili, o depressi.

Il solito specchietto del resto dimostra la situazione, ed il numero indice migliorato per i titoli elettrici ci fa sperare nell'avvenire.

CORSO MEDIO DEI TITOLI ELETTRICI NEL MESE DI APRILE 1921

	Valore nomin.	Compenso marzo 1921	1ª decade	2ª decade	3ª decade	Compenso aprile 1921
Edison	300	400	430	432	438	434
Conti	250	300	296	300	298	294
Vizzola	500	720	685	700	699	700
Bresciana	100	98	98	101	100	100
Adamello	200	184	186	190	215	220
Trezzo d'Adda	250	260	260	260	260	260
Un. Es. El.	50	56	57,5	58	57	58
Elet. Alta Italia	250	256	251	255	256	300
Cenischia	100	80	80	80	80	80
Idr. Piem. S. I. P.	125	110	111	119	110	126
Off. El. Genovesi	250	236	218	223	235	224 ex
Adriatica	100	108	110	104	104	106
Negri	200	150	135	135	142	144
Ligure Toscana	200	200	185	185	185	180
Anglo Romana	500	410	420	437	440	451
Gen. Elettr. Sicilia	100	80	80	80	80	80
Rendita	100	73	72,65	73,00	72,75	73,00
Consolidato 5 %	100	75,5	76,35	78,10	78,20	78,50

Media	1ª dec.	2ª dec.	3ª dec.	massimo	minimo
Cambio Parigi	162.24	153.50	153.—	171.09	147.51
» Londra	88.90	82.75	81.83	95.82	80.32
» Svizzera	390.—	360.—	358.10	422.54	353.79
» New York	22.24	21.20	20.38	24.30	20.?6
» Oro	352.48	319.80	322.46	379.91	318.45

NUMERI INDICI

Gennaio	921	101,43
Febbraio	»	103.70
Marzo	»	100.90
Aprile	»	105.70

Il mercato metallurgico.

Durante il mese si è avuta una tendenza oscillante e le diminuzioni dei cambi influiscono da noi nei ribassi che sono progressivi. La richiesta è scarsa e ciò si spiega con lo sciopero minerario inglese e con la crisi industriale mondiale.

Poco o nulla quindi vi è da commentare nel dettaglio dei singoli metalli all'estero. Il rame in America è sempre basso e l'offerta eccede la richiesta.

Riportiamo le solite quotazioni dell'Aprile in lire italiane per quintale e per partite di una certa importanza.

Rame in pani elettrolitico	675	630	635	630
» » lastra	1125	1100	1050	1050
» » filo	900	850	850	850
» » tubi	1225	1200	1200	1200
Zinco in pani	245	230	235	230
» » fogli	400	390	375	370
Ottone in fogli	1015	970	950	950
» » filo	990	950	975	925
» » verga	610	580	575	575
» » tubi	1175	1150	1150	1125
Stagno al Kg. L.	20	18	17.50	17.50
Piombo in pani	195	190	185	185
» » lastra e tubi	225	225	215	215
Lamiere ferro nere	170	160	160	160
» » zincate	290	285	280	275
Tubi ferro nazionali saldati neri	315	270	270	270
Idem zincati	395	350	345	345
Bande stagnate per cassa	214	—	200	190
Antimonio	285	280	280	275

Combustibili.

Lo sciopero minerario inglese iniziatosi il 31 Marzo ora accenna a finire, ma non ha grande influenza su di noi. Le quotazioni infatti non risentono della penuria del fossile. L'America che abbonda di carbone spedisce ed a prezzi convenienti, ed anche i noli non sono eccessivi. Il consumo nostro è attualmente molto basso e le scorte sono sufficienti.

In fondo, anche nei centri carboniferi del Belgio, della Francia, della Germania il carbone abbonda, e ciò dà da pensare all'Inghilterra che vede a poco a poco declinare la sua supremazia carbonifera.

Si segnalano ribassi di mercedi all'estero, e qualche chiusura di miniera per mancanza di vendite.

Le ultime quotazioni Americane del mese si aggirano intorno ai dollari 5.50 e 6.50 *fob* secondo la qualità.

Anche i noli invariati intorno a dollari 5.75 porto Tirreno.

Diamo lo specchio delle quotazioni di Genova delle 4 settimane del mese.

Carboni inglesi				
Cardiff primario	350-370	390-400	390-400	380-390
» secondario	340-360	375 385	385-390	— —
New Port primario	340-360	375-385	375-385	375-385
» » secondario sc.	64- 66	370-380	—	— —
Antracite Prem. Tont. Venant.	440-450	440-450	440-450	— —
Rubbly Culm	225-230	— —	— —	— —
Mattonelle di Cardiff	— —	420-430	375-385	250-375
Gas primario	320-330	350-360	350-360	350-360
» secondario	280-285	330-340	330-340	330.340
Best Hamilton Splint	340-350	380-400	— —	— —
Wabson's Best Russels Slent	350-360	380-400	— —	— —
Best Hamilton Elf	325-320	— —	— —	— —
Disart Main	310-320	340-350	350-350	350-360
Nocella di Scozia Rus Hypark	— —	360-370	380-390	380-390

Americani				
Carbone da macchina per tonnellata	320-330	345-355	345-355	345-355
» da gas	— —	335-345	344-355	— —
» uso Splint	315-325	— —	345-355	— —
Coke				
Inglese metallurgico	500-510	500-510	500-510	480-500
» naz. metallurgico	480-500	— —	— —	— —
» » da gas	450-455	430-440	400-445	360-370

L'ultimo listino della Gestione carboni delle Ferrovie dello Stato, per le vendite ai privati porta ancora qualche ribasso.

Qualità dei carboni	Tedesco		Belga
	Della Westfalia	Dell'Alta Slesia	
Carbone a vapore	275	260	260
» da forni (Splint e similiari) e da gas	275	260	250
Coke metallurgico	380	350	

I prezzi s'intendono per merce resa franca su vagone o su chiatta nei porti, ovvero su vagoni di transiti ferroviari esteri. Essi si applicano per tutte le consegne e spedizioni che saranno fatte dal giorno 8 Maggio 1921 incluso anche se dipendenti da concessioni precedenti.

Per il rifornimento dei bunkers dei piroscafi i prezzi del presente listino saranno aumentati dell'importo delle spese accessorie per trasporto, stivaggio, dogana ecc.

Ing. D. CIVITA.

:: :: :: NOTE LEGALI :: :: ::

Elevatori elettrici - Danni.

CASSAZIONE TORINO, 14 giugno 1919 (¹) *«La nave che nel porto di Genova scarica sotto gli elevatori elettrici è soggetta alle prescrizioni del regolamento stabilito per l'esercizio dei detti elevatori».*

«Conseguentemente pei danni provenienti alla nave nell'impiego degli elevatori medesimi per le operazioni di scarico, la ditta armatrice non può agire contro il Consorzio autonomo del porto di Genova nè contro la ditta a cui la merce è diretta se non abbia previamente ottemperato al disposto dell'art. 25 del regolamento stesso, di denunciare i danni nel termine dal medesimo fissato, con richiesta di visita e sottomissione al giudizio arbitrale del perito del registro nazionale italiano».

La Corte osserva anzitutto che i regolamenti che disciplinano il lavoro di carico e scarico nel porto di Genova, emanati dal Consorzio autonomo, in virtù di delega espressamente demandatagli dal potere legislativo (art. 1 della legge 12 febbraio 1903 n. 50 e art. 22 lettera L, del relativo regolamento 25 giugno 1903, n. 261) non possono considerarsi come provvedimenti puramente amministrativi ma bensì come elementi integratori della legge stessa, efficaci *ergo omnes*.

Non vale quindi eccepire che nessun rapporto contrattuale intercorse tra la ditta armatrice e il Consorzio, giacchè il solo fatto dell'uso degli elevatori la sottoponeva senz'altro alle prescrizioni del regolamento.

E' bensì vero che la ditta armatrice non fece la *domanda di scarico* a sensi dell'art. 26 del regolamento stesso: ma questo medesimo articolo dispone che l'osservanza degli obblighi contenuti negli altri articoli del regolamento incombe *tanto al richiedente quanto alla nave, che sono perciò solidalmente responsabili per le conseguenze di qualsiasi infrazione* (²).

Funicolare aerea ed espropriazioni.

CONSIGLIO DI STATO, (IV Sezione), 13 giugno 1919 (³): *«La circostanza che per l'impianto di una funicolare aerea sia stato iniziato il procedimento per la costituzione della servitù di passaggio non esclude che, riconosciuta l'utilità pubblica dell'opera a giudizio insindacabile della competente autorità amministrativa, si applichino poi le norme relative all'espropriazione per pubblica utilità».*

«In base a tali norme si può far luogo all'occupazione temporanea, facendo poi seguire l'ordinario provvedimento di espropriazione».

«Deve farsi luogo ad occupazione temporanea, e non a requisizione, se l'immobile non serve ad uso diretto dell'Amministrazione pubblica, bensì a quello di un terzo espropriante».

✶

La ricorrente — Società Ligure-Piemontese — sosteneva che quando sia stata iniziata la procedura regolata dalla legge 13 luglio 1907 n. 483 e relativo regolamento 25 agosto 1908 n. 829, per l'impianto di una funicolare aerea, non è più consentito di fare ricorso, per lo stesso scopo, alla procedura di espropriazione per pubblica utilità, in base alla Legge 25 giugno 1865.

La Corte respinge questa tesi, osservando:

«La servitù di passaggio e impianto delle linee teleferiche ad uso industriale altro non è che un istituto di diritto privato, strettamente analogo alle servitù di passaggio necessario e di acquedotto, contemplate negli art. 592 e seguenti del Cod. Civile, servitù che sono imposte dalla legge per fini di *utilità privata*, come si esprime l'art. 535 del Codice stesso, e che soltanto indirettamente possono ridondare anche a vantaggio della collettività attraverso all'utile privato».

«Ma quando, a giudizio insindacabile delle competenti autorità amministrative, si manifesti un pubblico interesse immediato e diretto alla costruzione di una via o di un acquedotto, le disposizioni del Codice Civile non escludono nè impediscono che possa e debba ricorrersi alle norme di diritto pubblico consacrate nella legge sull'espropriazione per cosa di pubblica utilità».

«Per la stessa ragione, il procedimento iniziato per l'impianto di una funicolare aerea a scopo agricolo, minerario o industriale, in base alla legge 1907, non può nè deve essere d'impedimento a che si applichi la procedura di espropriazione in base alla legge 1865, ogniqualvolta le autorità a ciò competenti abbiano riconosciuto e dichiarato nelle forme di legge la sussistenza di un diretto interesse collettivo all'impianto di una teleferica».

«In siffatta ipotesi, come questo Collegio ebbe già ad osservare nella sua recente decisione del 2 maggio 1919 (⁴) riguardante l'impianto di una conduttura di energia elettrica, il procedimento di espropriazione per utilità pubblica viene a sovrapporsi e a sostituirsi al procedimento di mero diritto privato, diretto alla costituzione di una servitù, pur rispettando tutte le garanzie volute dalla legge per la tutela della proprietà privata».

La Corte esamina poi lo svolgimento dei fatti, che costituiscono l'oggetto della causa in esame, e prosegue escludendo l'applicabilità, invocata dal ricorrente, degli art. 11 della Legge 21 marzo 1915, n. 273, e degli art. 2 e 11 del regolamento 22 aprile 1915, n. 506 «poichè le disposizioni invocate riguardano soltanto la requisizione delle proprietà mobiliari ordinate nell'interesse diretto o immediato dello Stato ai fini della difesa militare, ipotesi che non ricorreva nel caso concreto».

★

Oltre alla decisione citata dal Consiglio di Stato si confronti anche la decisione della stessa IV Sezione, 22 novembre 1918 (⁵).

A proposito del carattere di utilità pubblica delle funicolari aeree, e dei conseguenti diritti di chi le esercita, vedasi la bella sentenza della Corte d'Appello di Catanzaro, 29 febbraio 1916 (⁶) da noi già riportata e annotata in queste colonne (⁷).

AVV. CESARE SEASSARO.

NORME, LEGGI, DECRETI E REGOLAMENTI

Costituzione di Enti per le forze idrauliche del Veneto.

Con decreti n. 348 e 443 in data 20 e 24 marzo 1921 (vedi *Gazzetta Ufficiale* n. 88 e 95 del 14 e 22 aprile u. s.) è stata autorizzata la costituzione di due Enti chiamati rispettivamente *«Forze Idrauliche del Friuli»* e *«Forze Idrauliche Adige-Garda»* per la derivazione e l'utilizzazione (costruzione ed esercizio impianti idroelettrici; trasmissione e collocamento dell'energia elettrica) del Tagliamento e suoi affluenti; dei bacini dell'Adige e del Garda, loro affluenti e confluenti.

A detti Enti, aventi capitale illimitato costituito da quote nominative di L. 50 000 da rimborsarsi entro cinquanta anni; facoltà di contrarre mutui ed emettere obbligazioni, e soggetti alla vigilanza del Ministero dei Lavori Pubblici, potranno aderire le istituzioni pubbliche, i consorzi e gli enti delle regioni in cui si effettueranno i lavori.

(¹) *Monitore dei Tribunali*, 1919, 385.
(²) In senso conforme: *Cassaz. Torino*, 26 gennaio 1918, (*Monitore dei Tribunali*, 1918, 133).
(³) *Foro Italiano*, 1920, III, 14.

(⁴) *Foro Italiano*, 1919, III, 129.
(⁵) *Foro Italiano*, 1919, III, 51.
(⁶) *Foro Italiano*, 1916, I, 683; *Monitore dei Tribunali*, 1016, 572.
(⁷) *Elettrotecnica*, 1917, 32.

Associazione Elettrotecnica Italiana

Eretta in Ente morale il 3 Febbraio 1910

Notizie delle Sezioni

SEZIONE DI MILANO.

La sera del 13 Maggio ebbe luogo l'Assemblea annuale dei soci. Dopo comunicazioni varie del Presidente *Ing. Rebora*, approvati i bilanci, si passò al rinnovamento parziale delle cariche sociali e su proposta dell'Ing. Brandi fu votata per acclamazione la lista presentata da un gruppo di soci. Furono così eletti: a *Vice Presidente*, l'Ing. Renzo Norsa; a *Cassiere*, l'Ing. Angelo Bianchi; a *Consiglieri*: gli Ingg. Archimede Canali, Guido Guastalla, Carlo E. Leidi, Fabio Palandri. A *Consiglieri Delegati*: gli Ingg. Umberto Ballanti, Giuseppe Banfi, Angelo Barbagelata, Edoardo Bovone. Emilio Invernizzi, Cesare Loria, Francesco Manfredi, Angelo Omodeo, Guido Semenza, Carlo Silvestri. A *Revisori effettivi*: gli Ingg. Emilio Billi, Giambattista Bozzolo, Antonio Quadrio. A *Revisori supplenti*: gli Ingg. Agostino Dalla Verde e Carlo Solari.

Quindi l'*Ing. Caccioppoli* tenne la sua comunicazione sulla «*combustione dei combustibili solidi polverizzati*», illustrandola con numerose proiezioni e fu alla fine vivamente applaudito.

✶

SEZIONE DI ROMA.

Il 28 aprile alle 21,30, ha avuto luogo, presso la sede sociale, una riunione alla quale sono intervenuti numerosi soci ed invitati.

Il presidente, prof. Bordoni, apre la seduta comunicando ai soci alcune fra le più importanti deliberazioni prese dal Consiglio Generale della Associazione nell'ultima sua riunione (17 aprile); e cioè: il programma sommario della Riunione Annuale che quest'anno, sciogliendo una antica promessa, sarà tenuta in Sicilia; le linee di massima del programma che la Presidenza Generale ha concretato, d'accordo col Consiglio, per commemorare degnamente il venticinquennio della fondazione della Associazione e quello della morte di Galileo Ferraris, suo primo P. G.; la iniziativa, che sta entrando nella fase esecutiva, del nuovo P. G., tendente alla pubblicazione sistematica, da tanto tempo desiderata, delle descrizioni degli impianti elettrici italiani; e l'assegnazione definitiva alla Sezione dei fondi Gaulard e Pacinotti, che saranno impiegati a vantaggio della Biblioteca della Sezione. Finalmente, il prof. Bordoni comunica l'ammissione dei nuovi soci, signori *Cianci ing. C., Oberziner ing. M., Zarlatti ing. cav. S.. Clerici ing. Leone, Vercelloni Alessandro* e *Mannarino L.;* e invitati i presenti ad adoperarsi affinchè continui ad affermarsi la importanza e la operosità della Sezione, dà la parola al prof. G. Revessi, il quale parla dei «*Criteri per un razionale dimensionamento delle grandi linee di trasmissione d'energia*». La comunicazione è vivamente applaudita.

Il Presidente, rilevato l'interesse che il calcolo delle grandi linee sta destando nelle varie Sezioni e la reale importanza dei contributi che varî soci stanno portando alla conoscenza completa dell'argomento, dà la parola all'ing. Del Buono, il quale fa alcune osservazioni di carattere tecnico sulla opportunità di partire, per il calcolo, dai parametri fondamentali adottati dal Revessi. Segue l'ing. Fano, con rilievi di carattere economico e tecnico, riguardanti l'elevato costo che oggi hanno, rispetto al rame, le palificazioni e gli isolatori e la scarsa opportunità di linee interregionali a bassa frequenza; infine, il Presidente domanda chiarimenti sulla imprecisione con la quale, in varî casi, può risultare determinata la sezione delle linee, data la variabilità limitata di altre costanti chilometriche.

Risponde alle varie osservazioni il Prof. Revessi, il quale ricorda anche che i criterî da lui esposti non intendono di condurre che a calcoli di primo orientamento; e si inizia in proposito una animata ed interessante discussione (che verrà riportata nell'*Elettrotecnica*, insieme alla comunicazione Revessi) alla quale, oltre i soci già ricordati, partecipa anche l'ing. R. Salvadori.

La seduta è tolta alle ore 23 3/4.

★

SEZIONE DI TORINO.

Assemblea del 6 Maggio 1921.

Approvato il verbale della precedente Seduta vengono comunicate le adesioni dei seguenti nuovi Soci:

Della Valle Giovanni, Belli Gustavo, Bianco Ing. Arminio, Roi Ing. C. Giuseppe, Borella Mario, Bianciardi Cap. Quirino, Ditta Pietro Ubertalli & figli (Coll.).

Il Presidente comunica che il Consiglio Direttivo ha discusso e concretato le modalità per le onoranze a Galileo Ferraris indette per il prossimo anno in occasione del 25° anniversario della sua morte, ed informa che per l'esecuzione di un busto in bronzo, da collocarsi nella sala maggiore della nostra sede, è stata aperta una sottoscrizione fra i Soci della Sezione.

Prende quindi la parola l'Ing. Mario Desiderio *Valfrè* che svolge l'annunciata comunicazione sul tema:

«RECENTI IMPIANTI AD ALTISSIMA TENSIONE».

Egli descrive, illustrandoli con interessanti proiezioni, alcuni impianti francesi e spagnuoli recentemente costruiti nella zona dei Pirenei, e che egli ha visitato per incarico della Soc. delle Officine di Savigliano, soffermandosi specialmente all'esame di alcune sottostazioni all'aperto eseguite secondo il sistema americano.

Al termine della conferenza il Presidente, dopo aver rivolto un vivo ringraziamento all'Ing. Valfrè ed alla Soc. delle Officine di Savigliano, apre la discussione sugli argomenti che hanno formato oggetto della comunicazione.

L'Ing. *Palestrino* chiede all'Ing. Valfrè alcuni schiarimenti sull'istallazione degli apparecchi di misura e di controllo negli impianti all'aperto.

L'Ing. *Canonica* da notizia di alcune sottostazioni all'aperto esistenti in Sicilia e funzionanti con ottimi risultati di esercizio.

L'Ing. *Thovez* ritiene che tali installazioni potrebbero dar luogo a seri inconvenienti nelle nostre regioni specialmente durante le nevicate.

L'Ing. *Soleri* pure esprime il parere che le sottostazioni all'aperto, se devono ritenersi giustificate negli impianti Americani di grande potenza e per tensioni superiori ai 100 000 volt ed in paesi di clima molto temperato, non possono tuttavia costituire una soluzione tecnicamente ed economicamente conveniente per gli impianti quali oggi si costruiscono nelle regioni dell'Italia Settentrionale.

Pubblicazioni dell' A. E. I.

L'Elettrotecnica — Ogni annata . . . . L. 50,
più per postali » 7,
Abbonamento (nel Regno) . . . . » 50,
» (estero) . . . . . . Fr. oro 60, -
Un numero separato (nel Regno) . . . . . » 2,—
» » » (estero) . . . Fr. oro 3,—
più per postali » 0,80

Norme per l'esecuzione e l'esercizio degli impianti elettrici - dell'Associazione Elettrotecnica Italiana (broch.) . . . . . . » 2,50
più per postali » 0,70

Norme per l'ordinazione ed il collaudo delle macchine elettriche (broch.) . . . . » 2,50
più per postali » 0,70

Statistica degli Impianti Elettrici in Italia:

Vol. I. Dati elettrotecnici sulle distribuzioni nei singoli **Comuni** del Regno d'Italia:
Pei Soci, una copia (broch.) . . . . » 5,—
più per postali » 1,80
Pei non Soci (broch.) . . . . » 10,—
più per postali » 1,80

Vol. II. Elenco delle **Centrali** di produzione di energia elettrica coi dati tecnici sulla generazione, trasformazione e distribuzione dell'energia elettrica in Italia . . . . » 20,—
più per postali » 2,50

Vol. III. Elenco delle **Aziende** esercenti imprese elettriche in Italia (in preparazione).

L'industria nazionale dei materiali e dei macchinari elettrici — Suo stato attuale — suo avvenire (broch.) . . . . » 2,50
più per postali » 0,80

Carta delle principali frequenze usate nel Regno d'Italia . . . » 1,—
più per postali » 0,60

Descrizione di una macchinetta elettromagnetica di A. PACINOTTI in cinque lingue: italiana, francese, inglese, latina, tedesca (edizione di lusso) . . . . » 3,—
più per postali » 0,80

Vocabolario Elettrotecnico del Comitato Elettrotecnico Italiano . » 2,50
più per postali » 0,80

TEDESCHI GIOVANNI FU GIOVANNI, *gerente responsabile* ARTI GRAFICHE VARESINE - VARESE

VOL. VIII (XXV degli Atti) 5 Giugno 1921 N. 16

L'ELETTROTECNICA

GIORNALE ED ATTI DELLA

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

REDAZIONE ED AMMINISTRAZIONE: VIA SAN PAOLO, 10 - MILANO - TELEFONO N. 20-86

REDATTORE CAPO: A. BARBAGELATA - REDATTORI U. BORDONI - M. SEMENZA - G. VALLAURI

È GRADITA LA COLLABORAZIONE DEI LETTORI - GLI ARTICOLI DI INTERESSE GENERALE ACCETTATI DALLA REDAZIONE SONO COMPENSATI

I MANOSCRITTI NON SI RESTITUISCONO

Un nuovo sistema di trazione elettrica.

Non si spaventino i lettori che hanno trovato eccessive le passate discussioni sulla «questione del sistema»! Per quanto la vessata questione sia tutt'altro che esaurita e debba senza dubbio essere ripresa un giorno o l'altro, qui non si tratta di un nuovo concorrente che intenda mettersi in gara coi due grandi rivali; bensì di uno di quei sistemi di ripiego che dovrebbero o potrebbero trovare applicazione, anticipando in parte i benefici dell'elettrificazione, in attesa che si compia il necessariamente lento lavoro di trasformazione.

I lettori non hanno certo dimenticata la proposta del Sig. Cristiani, presentata dall'Ing. Ferrero all'ultima riunione di Roma, che, riesumando antichi tentativi, proponeva di ricorrere all'aria compressa per accumulare l'energia elettrica trasformata, sui tender delle locomotive. Oggi è l'Ing. IMMIRZI che vorrebbe rimettere in onore un altro sistema assai antico, ricorrendo all'energia accumulabile nelle soluzioni concentrate di soda o di potassa. Locomotive del genere furono esperimentate molti anni addietro con qualche successo; ma il sistema appare oggi rinnovato dalla possibilità di ricorrere all'energia elettrica per la ricarica della soluzione esausta. Il sistema, che l'Immizzi studia nei suoi presumibili pregi e difetti, appare senza dubbio interessante e, ad un primo esame, sembra avere delle sensibili ragioni di superiorità rispetto al sistema ad aria compressa che fu tanto vivamente ed efficacemente combattuto su queste stesse colonne; ma anch'esso presenta un rendimento assai basso che, temiamo, potrebbe in pratica ulteriormente abbassarsi per le dispersioni di calore del tender serbatoio, talchè, come già detto, e come lo stesso autore riconosce, dovrebbe avere solo applicazione transitoria, fino ad esaurimento.... delle attuali locomotive, e in attesa della grande trazione elettrica, verso cui dovrebbero più che mai convergere i maggiori sforzi.

Lasciando la parola ai competenti, sul «merito» della proposta Immirzi, ci piace qui solo rilevare come questa fioritura di progetti di ogni genere, mostri quanto sia sentito nel mondo tecnico il bisogno di affrettare la sostituzione dell'energia elettrica al carbone, almeno sulle nostre maggiori linee. La grande elettrificazione sembra invece procedere con lentezza superiore ad ogni previsione. Chi ricorda ancora la solenne promessa presentata dal Governo nel 1919, di elettrificare *quattrocento* chilometri di ferrovia all'anno? I tecnici che trovavano la cosa per lo meno eccessiva, anche come aspirazione, erano quasi tacciati di cattivi italiani. Sono passati quasi due anni; per amore di pace e per desiderio di affrettare i lavori, molte profonde convinzioni hanno ripiegato davanti alla volontà trifasista della Direzione delle FF. SS. Ma quanti chilometri di nuove linee elettrificate sono entrate in esercizio? Non occorre, purtroppo, formulare la desolante risposta.

Calcolo rapido delle reattanze di protezione.

Quasi a corollario del recente studio sui corti circuiti dell'Ing. Dalla Verde, il collega BARBAGELATA espone in questo numero un calcolo rapido approssimato delle bobine di reattanza che potrà riuscire di qualche utilità agli ingegneri che vivono negli esercizi degli impianti elettrici.

LA REDAZIONE.

UN NUOVO SISTEMA DI ELETTRIFICAZIONE FERROVIARIA

Ing. ETTORE IMMIRZI

La recente riesumazione della locomotiva ad aria compressa per risolvere il problema della elettrificazione ferroviaria, e la discussione che si va svolgendovi, mi incoraggiano ad esporre un sistema da me studiato fin dal 918, ma di cui il modesto rendimento mi aveva sconsigliato finora la pubblicazione. Trattasi anche qui di una vecchia idea rimessa in luce, ma con modifiche tali da renderla perfettamente razionale e da costituire se non la soluzione ideale del problema (che resta sempre quella della elettrificazione vera e propria) almeno una soluzione più economica di questa, migliore di quella ad accumulatori, e molto superiore a quella ad aria compressa.

L'idea rimonta agli Inglesi Perkins e Spence, ma fu l'Honigmann che la tradusse in realtà verso l'82, facendone varie applicazioni a linee secondarie, alle quali il mondo scientifico si interessò vivamente, e ne seguirono varii accurati studi ed esperienze, fra cui quelle del Riedler e del Gutenmuth. L'avvento della trazione elettrica fece arrestare tutto questo promettente movimento, e d'altra parte, come vedremo più avanti, il ciclo come era stato realizzato dall'Honigmann aveva un rendimento troppo meschino, sicchè la cosa non poteva avere un duraturo avvenire.

Il sistema si basa sul fenomeno fisico ben noto che le soluzioni saline e alcaline hanno una tensione di vapore più bassa dell'acqua pura alla stessa temperatura, fenomeno questo che è specialmente accentuato con la soda e la potassa caustica assai concentrate. Nel grafico si vede come varia la temperatura di queste soluzioni al variare della concentrazione. Immaginiamo ora una caldaia con acqua calda in pressione, e immerso nell'acqua un fascio tubulare in cui circoli della potassa caustica alla stessa temperatura dell'acqua. Per fissare le idee, sia la soluzione di potassa ad una concentrazione di 20 di acqua su 100 di potassa, e sia l'acqua circostante a 192°. Allora la pressione di vapore in caldaia sarà 13 atm., e nel fascio tubulare, poichè la potassa a quella concentrazione bolle a 315°, si avrà una pressione inferiore all'atmosferica. Supponiamo ora di attingere vapore dalla caldaia, e dopo averlo utilizzato in una macchina a vapore facendolo espandere, p. es., fino a 1 atm. (caso della locomotiva), mandiamolo a gorgogliare nella potassa caustica. Avverrà che la potassa assorbirà questo vapore di scarico, condensandolo, e per il calore di condensazione che il vapore le cede, più il calore proprio di idratazione, aumenterà di temperatura. Allora comincerà a trasmettere calore all'acqua circostante, permettendole di proseguire la sua evaporazione, la quale continuerà così a spese del calore di condensazione del vapore di scarico, stabilendosi fra i due liquidi un salto di temperatura che dipende dalla superficie di trasmissione e dalla richiesta di vapore da parte della macchina.

Di fronte a tutti gli altri sistemi ad accumulazione di calore questo è il più perfetto, perchè mentre, p. es., nel sistema ad acqua surriscaldata, (vedi locomotiva Francq), per ogni Kg. di vapore da produrre occorre consumare circa 500 calorie di cui forse 80 si traducono in lavoro, e il resto va disperso col vapore di scarico, qui le calorie del vapore di scarico sono tutte riutilizzate alla produzione di nuovo vapore.

In sostanza non abbiamo più una caldaia, ma piuttosto un condensatore. Gli scambi di calore non avvengono fra acqua e fumi caldi, ma fra due liquidi, quindi con fortissimi coefficienti di trasmissione, e con un salto di temperatura di pochi gradi.

Il processo naturalmente non è indefinito, perchè il vapore che si condensa nella soluzione la va diluendo, e ne abbassa progressivamente il punto di ebollizione. Quindi il salto di pressione utilizzabile nella nostra macchina va diminuendo, e sono le condizioni particolari

dell'impianto che dovranno dire fino a che punto si può arrivare, e quale sarà la pressione minima accettabile.

Limitando il nostro esame al caso della trazione ferroviaria appare subito il più importante vantaggio del sistema. Esso cioè permette di utilizzare con lievi modifiche le attuali locomotive, nelle quali basterà trasformare il forno e la camera a fumo in due serbatoi chiusi, perchè questi, collegati al fascio di tubi a fumo, costituiscano uno dei due elementi della nostra caldaia a doppio liquido, quello cioè che conterrà la soluzione alcalina, mentre l'altro elemento seguita ad essere l'involucro esterno, che conterrà l'acqua come ora. Occorrerà aumentare la superficie riscaldata, mediante fasci tubulari immersi nel forno e nella camera a fumo.

La trasformazione è effettuata, per quanto riguarda la locomotiva. Il tender deve essere trasformato in un serbatoio della soluzione alcalina, in lamiera non molto grossa perchè la soluzione non va oltre la pressione atmosferica. Occorre poi aggiungere sullo stesso tender, o su un secondo separato, un serbatoio cilindrico a pareti robuste per l'acqua calda in pressione, di rifornimento. Tanto la caldaia che i due serbatoi devono essere accuratamente protetti con materiale coibente.

Abbiamo già accennato al principale inconveniente del sistema, che è quello di dare una pressione variabile dal principio alla fine della corsa. Se si dovesse costruire una locomotiva ex novo non sarebbe difficile studiare una macchina adatta. - La soluzione più razionale sarebbe una turbina con diverse prese a pressioni decrescenti, realizzate queste in tanti fasci separati, con un sistema di circolazione ad esaurimento. La turbina azionerebbe le ruote a mezzo di ingranaggi riduttori. Ma qui si tratta di adattare le locomotive esistenti. Ora senza insistere su soluzioni speciali, p. es. quella di usare le locomotive a 4 cilindri in principio con cilindri in serie (alta pressione), e poi con cilindri in parallelo, (bassa pressione), notiamo subito che entro limiti importanti la macchina a vapore a stantuffo può lavorare a pressioni variabili, con la semplice variazione del grado di ammissione. Si tenga presente che quando la pressione iniziale passa da 12 a 6 atm. il lavoro svolto non diventa la metà, ma poco meno dell'80%, e si comprenderà subito che potremo far lavorare la nostra locomotiva fra limiti vasti di pressione.

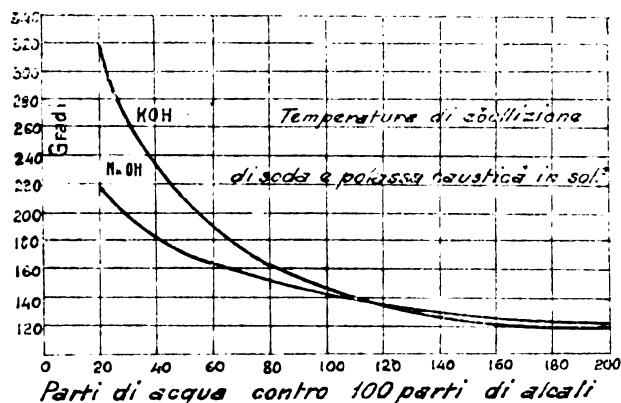



Fig. 1.

Nei nostri calcoli abbiamo ammesso di partire da 12 atm. e di fermarci a 6,7. Questi valori corrispondono (supposto un salto di temperatura minimo fra i due liquidi di 8°) a partire da potassa col 20% d'acqua, e fermarsi a potassa col 70% d'acqua, cioè portarsi dietro per 50 Kg. d'acqua da vaporizzare, 120 di soluzione concentrata.

Quale è il lavoro ricavabile da questi 170 Kg. di peso? Possiamo riferirci all'acqua che consuma attualmente una locomotiva in un dato percorso, e tener conto che se da una parte noi dovremo consumarne un poco di più, a causa della pressione variabile, dall'altra avremo diverse ragioni di risparmio. Difatti nelle locomotive attuali lo scarico si fa ad una pressione superiore all'atmosferica, per attivare il tiraggio del fuoco; qui invece, per circa tre quinti della corsa la pressione di scarico è inferiore all'atmosferica. Si risparmia inoltre tutto il vapore che adesso si sciupa durante le fermate o quando lo sforzo richiesto dalla locomotiva diminuisce bruscamente; il vapore vivo occorrente a forzare il tiraggio, ecc. In complesso potremo essere sicuri che per lo meno vi sia pareggio, e che non varii l'acqua consumata. Allora aggiungendo a ogni 100 Kg. d'acqua 240 di soluzione, avremo il peso di accumulatore da trasportare.

Potremo anche dedurre il lavoro teorico disponibile fra pressioni iniziali e finali, e moltiplicarlo per un coefficiente globale che tenga conto di tutte le imperfezioni del ciclo, e del rendimento organico del cilindro di locomotiva.

Fissando a 0,60 questo rendimento globale, risulta dal calcolo fatto sul diagramma Mollier, che il nostro sistema può fornire 30 wattora per Kg. di peso morto trasportato. Si noti che le Case di accumulatori elettrici a piombo preventivano le loro batterie per locomotori sulla base di 8 wattora per Kg., e che questi, per paragonarli ai nostri 30 wattora, (che sono wattora ai cerchioni, cioè comprendono il rendimento dei locomotori), devono ancora essere moltiplicati per 0,85, con che diventano circa 7 wattora. E allora il paragone col sistema a batteria è facile ed eloquente.

E' vero che i 30 wattora riguardano solo il peso del liquido, e non la caldaia, le tubazioni, i serbatoi, ecc.; ma si noti che un locomotore elettrico pesa più di una locomotiva vuota della stessa potenza, e perciò il paragone di 30 a 7 può farsi legittimamente, essendo l'ulteriore peso della caldaia e annessi compensato dal minor peso dell'apparato motore.

Ma oltre la differenza di peso vi è un'altra importante causa di superiorità sugli accumulatori elettrici. Questi difatti non possono superare un dato regime di scarica sotto pena di deteriorarsi; invece la caldaia ad alcali risponde a qualunque improvvisa richiesta eccezionale senza alcun danno e con la massima prontezza. Difatti se si considera che il salto di temperatura fra i due liquidi corrispondente alla produzione normale di vapore può ridursi a 6 ÷ 9 gradi, si vede che una produzione di vapore doppia della normale si ottiene subito col solo inconveniente di una diminuzione di altri 6 ÷ 9 gradi della temperatura dell'acqua, e una diminuzione corrispondente di pressione.

Altri vantaggi del sistema sulle batterie elettriche risulteranno a proposito della ricarica.

Di fronte al sistema ad aria compressa abbiamo un miglior rendimento finale, (come si vedrà in seguito), un assai minor peso morto, una pressione di servizio assai più bassa e quindi meno pericolosa, l'abolizione delle costosissime bombole, ecc.

Si noti infine che arrivata la caldaia alla pressione alla quale abbiamo stabilita di considerarla scarica, essa ha ancora in sè un'ingente quantità di energia, che si può utilizzare a patto di contentarsi di bassa pressione di ammissione. Quindi per manovre, servizi eccezionalmente prolungati, per ritornare al deposito, ecc., la locomotiva può ancora funzionare autonoma, e ciò senza danno alcuno, al contrario di quanto avviene per una batteria di accumulatori che si volesse scaricare eccessivamente.

Che cosa faremo della nostra locomotiva esausta? Essa giunta alla stazione di rifornimento scarica la soluzione diluita, e si rifornisce d'acqua e di potassa concentrata. Questa operazione, analoga all'attuale rifornimento d'acqua, può effettuarsi in un periodo di tempo assai breve, e subito dopo la locomotiva è pronta a ripartire.

Si tratta adesso di rigenerare la soluzione diluita, concentrandola. Negli impianti dell'Honigmann la concentrazione si faceva a mezzo del calore, in caldaie a fuoco diretto. Per la tecnica moderna questo sistema è grossolano e irrazionale; il rendimento è infimo; gli inconvenienti sono numerosi. Ma vi è qualche cosa di molto meglio da fare che ricorrere al calore, ed è rivolgersi all'energia elettrica, con che il sistema proposto diventa un vero e proprio sistema di elettrificazione ferroviaria. Avremo cioè nelle stazioni di rifornimento l'arrivo di una linea ad alta tensione, un trasformatore, un motore trifase accoppiato a un compressore, (che sarà un turbocompressore), il quale compirà l'azione inversa del cilindro della locomotiva. Sulla locomotiva abbiamo prodotto lavoro ricevendo vapore dall'acqua e scaricandolo nella soluzione; a terra avremo un corpo evaporatore dal quale il turbocompressore aspirerà vapore dalla soluzione diluita, lo comprimerà, e lo manderà a condensarsi nell'acqua, fino a che la soluzione non ritorni alla concentrazione originaria. Naturalmente in questa fase del ciclo l'acqua è più calda della soluzione.

In sostanza è quanto si fa già oggi in moderni impianti di concentrazione di liscivie di soda, soltanto che qui si tratta di arrivare a concentrazioni assai più forti, e naturalmente spendervi un lavoro motore corrispondentemente assai più forte.

In complesso abbiamo dunque energia meccanica prodotta da energia meccanica, attraverso un ciclo chiuso che può ripetersi indefinitamente, e di cui il rendimento sarebbe = 1 se il compressore e il locomotore non avessero perdite meccaniche, se lo scambio di calore tra i due liquidi potesse farsi con un salto di temperatura infinitesimo, e se non vi fossero dispersioni di calore. Siccome tutto ciò non è, il rendimento è minore dell'unità. Dai nostri calcoli riteniamo che esso possa arrivare a 0,35 dell'energia elettrica ricevuta dalla rete.

Questo risultato non è brillante, ma tenuto conto dei molteplici vantaggi del sistema, può accettarsi. Non si dimentichi che nei sistemi elettrici ordinarii, sommate tutte le perdite, si arriva al di sotto del del 60%, e si consideri se è meglio utilizzare al 60% dei kWora a orario limitato, con variazioni continue e brusche di carico, per cui l'ordinata massima è ben superiore a quella media, o utilizzare al 35% dei kWora che si prendono 24 ore su 24, con un carico sempre uguale, o meglio ancora si prendono quando tutte le altre industrie non ne hanno bisogno.

Il punto un po' debole del programma è certamente il compressore. Difatti i turbocompressori sono macchine costose e delicate, e finora non se ne costruiscono per pressioni elevate. Ma a questo proposito si consideri che non è necessario che la rigenerazione si faccia fra gli stessi limiti di pressione fra cui è avvenuta la scarica. Si può lavorare a pressione ridotta, cioè p. es. fra 1/10 di atm. e 3 atm., salvo poi a concentrazione finita a riportare con un sistema di riscaldamento elettrico i due liquidi a temperatura e pressioni occorrenti sulla locomotiva, e questo riscaldamento si potrà razionalmente farlo al momento che i due liquidi saranno caricati sulla locomotiva, col vantaggio di ridurre le perdite di calore nei serbatoi stazionarii. Si avranno certo dei compressori più voluminosi, ma questo è non grave inconveniente.

A ogni modo in questo campo la tecnica può darci ancora delle sorprese, perchè l'ultima parola in fatto di compressori di vapore non è ancora detta.

Il posto fisso di rifornimento comprenderà oltre il gruppo compressore già accennato, tre serbatoi, di cui uno per lo scarico della soluzione già esaurita dalla locomotiva, e due per l'acqua e per la soluzione concentrata. Comprenderà poi il corpo vaporizzatore già accennato, e le pompe per il movimento dei liquidi.

La distanza di queste stazioni dipende dal percorso massimo senza scalo che si assegna a una locomotiva, e questo dal peso morto che si accetta di trascinarsi dietro.

Per fare un esempio prendiamo una locomotiva descritta nel numero di gennaio 1920 dell'« Industria », con tender che pesa in servizio 47 tonn e che porta 20 tonn d'acqua e 6 di carbone. A 60 Km/ora la locomotiva consuma ca. 7 Kg. di carbone per treno Km. virtuale, e poichè 1 Kg. di carbone dà 7,5 Kg. d'acqua, consuma 52,5 Kg. d'acqua, e in totale 59,5 Kg. fra acqua e carbone. Quindi la provvista del tender basta per 26 000 : 59,5 = ca. 430 Km. virtuali.

Col sistema in parola i Kg. 52,5 di acqua esigono Kg. 126 di soluzione, e quindi un Km. virtuale esige Kg. 178,5 di peso morto. Volendo usare lo stesso tender con 26 ton. di carico, il raggio di autonomia della locomotiva diventa 145 Km. virtuali. Volendo invece mantenere invariata l'autonomia, si dovrebbe aggiungere un altro tender con 42 ton di soluzione, che potrebbe pesare 63 ton, le quali però andrebbero a diminuire il peso utile rimorchiato.

Si vede a ogni modo che giocando sui due termini: peso morto e distanza di rifornimento, si può scegliere entro vasti limiti la soluzione più conveniente e adattarla alle linee elettriche e ai centri di distribuzione già esistenti.

Oltre ai due appunti principali già indicati, cioè la pressione variabile e il modesto rendimento, vi sono da notare alcuni minori inconvenienti. E' da prevedere che le soluzioni alcaline a forte concentrazione e a caldo logorino in una certa misura il ferro, e questo importerà un certo ricambio dei tubi la cui frequenza potrebbero dirci i tecnici della fabbricazione della soda. Gli sperimentatori del sistema assicuravano di non aver notato tracce di logoramento dopo tre mesi di esercizio. Del resto anche i fumi caldi delle attuali locomotive logorano i tubi.

La soluzione alcalina può poi dare dei fastidi al personale, non tanto sulla locomotiva dove, essendo l'acqua circostante all'alcali, eventuali spandimenti di questo sarebbero assorbiti dall'acqua, quanto negli attacchi che occorre fare con le tubazioni di rifornimento a terra. Sono tuttavia difficoltà costruttive non insuperabili.

Per contro i vantaggi del sistema sono notevoli. Principale è senza dubbio la utilizzazione delle locomotive, le quali rappresentano un capitale ingente, e che hanno ancora lunghi anni di vita. E' vero che molte locomotive hanno le caldaie logore. Ma rinnovare la caldaia se economicamente sarà dispiacevole, tecnicamente sarà un beneficio, perchè si potrà rifarla con tutt'altri criterii, costituendola come un vaporizzatore di cui buon esempio sono quelli Prache e Bouillon che fa Tosi a Legnano, assai meno ingombranti della caldaia a fiamma, in modo che si potrà allogare sulla locomotiva anche il secondo serbatoio.

Di fronte alla trazione a vapore noi avremo la sostituzione dell'energia elettrica al combustibile, con tutti i vantaggi annessi, il risparmio dell'acqua, l'abolizione del fuochista: non più ricambii di griglia; abolite le incrostazioni, e i danni e le pulizie relative; abolito il fumo e i suoi inconvenienti nelle gallerie, abolito il servizio penoso del macchinista di fronte al forno, ecc.

Di fronte alla trazione elettrica classica avremo il risparmio dei locomotori e della linea di contatto, e un diagramma di carico regolabile a volontà, o costante nelle 24 ore, o integrante i diagrammi delle altre industrie. Le sottostazioni del sistema trifase costano certamente meno di un posto di rifornimento come anzi descritto, ma esse devono essere più frequenti, e a ogni modo l'economia globale deve essere considerevole. Se poi vogliamo fare il paragone con le sottostazioni a corrente continua con batteria tampone, allora la risposta non può essere dubbia. Si ha poi la indipendenza del treno da ogni alimentazione, circostanza importante dal punto di vista militare, e che favorisce l'autonomia del movimento, e disimpegna il treno dalle interruzioni oramai croniche in tutte le nostre reti. Infine l'impianto rifornitore fisso risolve la difficoltà della frequenza variabile da fornitura a fornitura.

I vantaggi di fronte al sistema ad accumulatori sono stati già accennati: peso minore, minor costo, risparmio dei locomotori. Si noti poi che per ricaricare le batterie bisogna o immobilizzare il locomotore o avere delle batterie su carrelli, e allora, oltre la manovra penosa, occorre una larga scorta di batterie di ricambio, mentre qui, essendo l'accumulatore costituito da un liquido, la ricarica si fa comodamente e rapidamente.

Ancora ci sarebbero da illustrare le applicazioni a impianti fissi, per creare riserve in impianti termici, o per l'accumulazione di energia idroelettrica esuberante. Ma di tutte le numerose applicazioni possibili, la più interessante ci è sembrata quella delle ferrovie, e su essa ci siamo fermati, convinti che i vantaggi prospettati siano tali da meritare un attento esame da parte di quanti si interessano all'urgente problema dell'elettrificazione ferroviaria.

Napoli, febbraio 1921.

CALCOLO RAPIDO DELLE REATTANZE DI PROTEZIONE PER CIRCUITI TRIFASI

A. BARBAGELATA

Le reattanze di protezione, destinate ad attenuare gli effetti dei corti circuiti (1), già da parecchi anni largamente in uso negli impianti americani, cominciano a comparire qua e là anche nei nostri impianti; ed è facile prevedere che il loro uso andrà generalizzandosi rapidamente coll'aumentare della potenza delle centrali e delle reti. Questa nota si propone di dare modo agli ingegneri degli esercizi elettrici, di farsi a colpo d'occhio un'idea sufficientemente approssimata delle dimensioni di ingombro, della costituzione, del peso (e quindi del costo) di un gruppo di reattanze trifasi che debba rispondere a dati scopi. Naturalmente gli elementi così ottenuti devono considerarsi di massima, e dovranno poi essere riveduti coi criteri del costruttore.

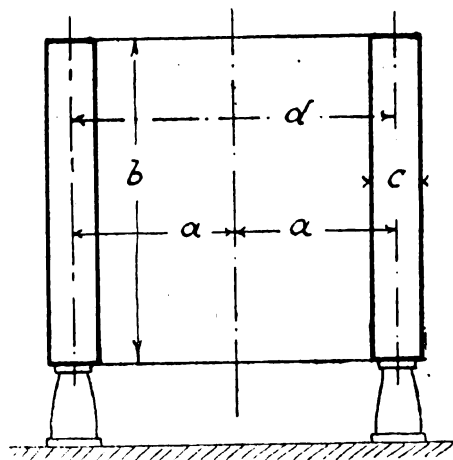



Fig. 1.

Siano: $P = \sqrt{3}\, V I$ la potenza in kVA (la tensione V essendo espressa in kV) del circuito su cui va inserita la reattanza;

x il valore della reattanza espresso in percento;

$P_r = \frac{x}{100} P$ sarà la *Potenza della reattanza* da realizzare, in kVA.

Essa sarà costituita da tre bobine ciascuna avente una reattanza $X = 2\pi f L$ tale che

$$XI = \frac{x}{100} \frac{V}{\sqrt{3}} 1000 = 5{,}78\, x\, V \tag{1}$$

(1) Vedasi fra l'altro a pag. 283, quest'anno.

Sieno: m il numero delle spire di ogni bobina: a, b, c il raggio medio e le altre dimensioni in cm (fig. 1). Secondo la formula del Rosa sarà

(2) $$L = a\left[Q m^2 - 4\pi \frac{b}{c}(A+B)\right] 10^{-9}$$

dove Q, A e B sono funzioni dei rapporti delle varie dimensioni. Fissando in base ai valori medî della pratica

(3) $2a = d = b \qquad c = 0{,}15\, d \qquad b = 6{,}66\, c$

risultano: $Q = 13{,}58 \quad A = 0{,}6886 \quad B = 0{,}26$

e quindi

$$L = [13{,}58\, m^2 - 79{,}4]\; a\, .\, 10^{-9}$$

Già con 25 spire ($m = 25$) il secondo termine fra parentesi non raggiunge l'1% del primo: esso può dunque trascurarsi in un calcolo di massima, scrivendo

(4) $$L = 13{,}58\, a\, m^2\, .\, 10^{-9}$$

Ma, fissata la forma della bobina e la *densità di corrente* σ nel rame (Amp./cmq), m diventa funzione di a. Sarà infatti la sezione s del conduttore data da (vedi fig. 2)

$$s = I/\sigma \text{ cmq} = h\, y$$

e, con una disposizione come quella indicata in fig. 2 sarà

$$m\, .\, H\, Y = b\, .\, c$$

Posto $\xi = \frac{HY}{h\,y}$ il rapporto fra lo spazio riservato ad ogni conduttore e la sua sezione sarà:

$$m = \frac{b\,c}{HY} = \frac{b\,c}{\xi\, s} = \frac{b\,c}{\xi\, I}\,\sigma = 0.6\,\frac{a^2}{I}\,\frac{\sigma}{\xi}$$

Fissando, come valori medi $\sigma = 200$ Amp/cmq e $\xi = 6$ risulta

(5) $$m = 20\,\frac{a^2}{I}$$

ossia

$$m^2 = 400\,\frac{a^4}{I^2}$$

Sostituendo questo valore nella (4) si ottiene

(6) $$L = 5430\,\frac{a^5}{I^2}\,10^{-9} = 0{,}543\,\frac{a^5}{I^2}\,.\,10^{-5}$$

Ma, dalla (1):

(7) $$L = \frac{X}{2\pi f} = 0{,}92\,\frac{x}{f}\,\frac{V}{I}$$

Fig. 2.

donde, uguagliando (6) e (7):

$$a^5 = 1{,}7\,\frac{x}{f}\,V I\, 10^5$$

Moltiplichiamo e dividiamo per $\sqrt{3} \times 100 \times 50$. Potremo scrivere:

$$a^5 = \frac{1{,}7 \times 100}{50 \times \sqrt{3}}\,\frac{x}{100}\,\frac{50}{f}\sqrt{3}\, V I\, 10^5 = 1{,}961\,\frac{50}{f}\,P_r\,.\,10^5$$

donde, finalmente

(8) $$a = 11{,}45\,\sqrt[5]{P_r\,\frac{50}{f}}$$

Volendo il diametro medio $d = 2a$ sarà senz'altro:

(9) $$d = 22{,}9\,\sqrt[5]{P_r\,\frac{50}{f}}$$

che si può anche scrivere

(10) $$P_r = \frac{f\,d^5}{3{,}135}\,10^{-5}$$

Il *numero delle spire* $m = 20\,\frac{a^2}{I}$, considerando che $I = P/\sqrt{3}\,V$, si può scrivere

$$m = 20\,\frac{a^2\sqrt{3}\,V}{P} = 34{,}6\,\frac{V}{P}\,a^2$$

o, meglio, riferendosi al diametro

(11) $$m = 8{,}66\,\frac{V}{P}\,d^2$$

dove V e P sono espressi rispettivamente in kV e in kW.

Il *peso di rame* di una bobina sarà evidentemente espresso in kg da

$$G' = 0{,}0089\,\frac{b\,c}{\xi}\,2\pi a = 0{,}00933\, b\, c\, a = 0{,}0056\, a^3$$

e quindi, per le tre bobine costituenti la reattanza trifase, da:

(12) $$G = 0{,}0168\, a^3 = 0{,}0021\, d^3$$

La *potenza perduta* P_j per effetto joule nella reattanza rimane determinata dal peso e quindi dal volume v del rame impiegato, dalla sua resistività ρ e dalla densità di corrente ammessa σ. Per ogni bobina sarà:

$$v = \frac{b\,c}{\xi}\,2\pi a = 0{,}268\, a^3$$

e quindi, posto $\rho = 2\,.\,10^{-6}$ per tener conto del riscaldamento, avremo, in kilowatt, per il gruppo delle 3 bobine:

(13) $$P_j = \frac{3\, v\, \rho\, \sigma^2}{1000} = 1{,}88\,.\,10^{-5}\,.\,d^3$$

Lo *spostamento di fase* ($\cos\varphi_r$) nella reattanza è dato ovviamente dalla potenza perduta per effetto joule divisa per la potenza della reattanza. Avremo quindi, dalle (13) e (10):

(14) $$\cos\varphi_r = \frac{P_j}{P_r} = \frac{5890}{f\,d^2}$$

Le formule da (10) a (14) sono tradotte nelle curve della fig. 3 per frequenza 50. La curva che dà il numero m delle spire, è calcolata per $\frac{V}{P} = 0{,}001$ ossia per il caso in cui la tensione concatenata *espressa in Volt*, coincida numericamente colla potenza in kVA del sistema.

L'uso delle curve stesse è intuitivo. Se si tratta di circuiti a 50 periodi, non c'è che da calcolare la potenza della reattanza e trovare il punto corrispondente sulla curva P_r. L'ascissa di tale punto dà il diametro medio d in cm, e sull'ordinata si leggono direttamente i valori corrispondenti del peso G, della potenza perduta P_j, del fattore di potenza $\cos\varphi_r$. Quanto al numero delle spire, letto sulla curva corrispondente, esso sarà da moltiplicare per V/P (V, tensione in Volt; P potenza in kVA del circuito).

Se invece la frequenza dell'impianto è diversa da 50, basterà assumere per la reattanza, una potenza fittizia $P_r' = \frac{50}{f}\,P_r$, cercando sulle curve i dati ad essa corrispondenti. E per lo spostamento di fase, il valore letto sulla curva sarà da moltiplicarsi per $50/f$.

Così si debba inserire una reattanza dell'8% su un circuito a 6000 V, 42 periodi, percorso da una potenza normale di 12 000 kVA. Sarà

$$P_r = \frac{8}{100}\,12\,000 = 960 \text{ kVA}$$

Considereremo la potenza fittizia $P_r' = \frac{50}{42}\,960 = 1140$ kVA.

Le curve danno immediatamente:

diametro medio $d = 93{,}5$ cm

peso rame della terna $G = 1710$ kg

perdite joule $= 15{,}4$ kW.

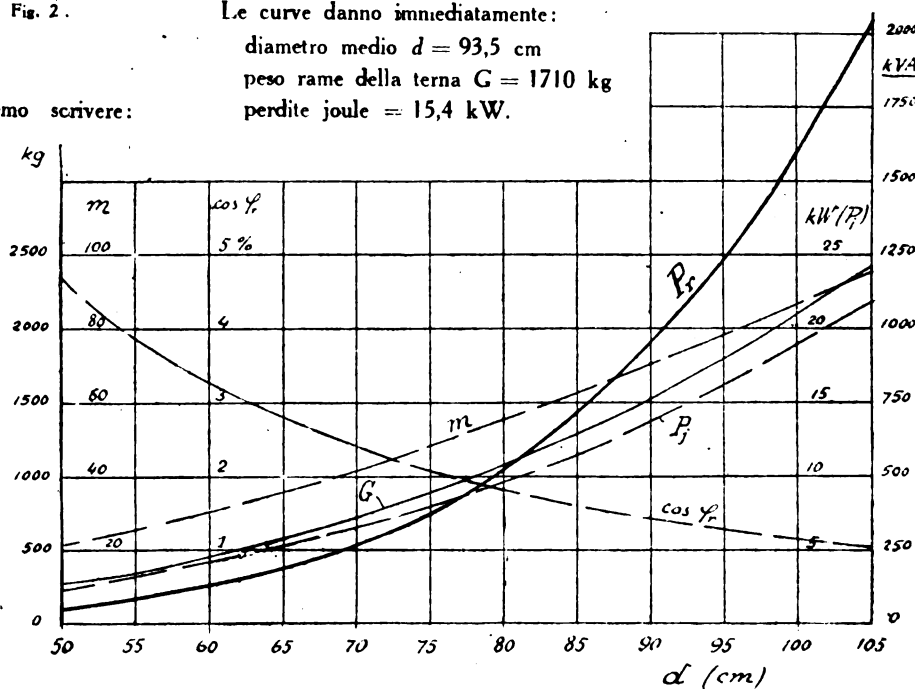



Fig. 3.

Per il numero delle spire, la curva dà 76. Sarà pertanto

$$m = \frac{6000}{12\,000}\,76 = 38$$

Infine, per il fattore di potenza che è dato ovviamente da $\frac{15{,}4}{960} = 0{,}0164$, la curva ci darebbe 1,35% e quindi

$$\cos\varphi_r = \frac{50}{42}\,1{,}35 = 1{,}61\ \%.$$

Insisto sul fatto che si tratta qui solo di un calcolo di massima, di orientamento. In sede costruttiva potranno subire varianti sia le pro-

porzioni della bobina, sia il rapporto ξ fra il volume disponibile e volume di rame, sia la densità di corrente σ. Per quest'ultima si dovrà non solo tener conto delle condizioni di esercizio (se, cioè, la potenza P si ha nel circuito continuamente o solo intermittentemente) ma anche del valore percentuale della reattanza. Infatti, in caso di corto circuito, la reattanza sarà percorsa, per breve tempo, da una corrente $100/x$ volte la normale. Sarà perciò prudente variare il valore di σ nello stesso senso in cui varia x.

Ad ogni modo, per quanto riguarda le proporzioni della bobina, il coefficiente Q della formula del Rosa è funzione solo di $2a/b$ e non conviene praticamente allontanarsi per tale rapporto dal valore *1* da noi assunto.

Le altre proporzioni (ossia il rapporto c/a) influiscono solo sul secondo termine della formula che, come si è visto, è in pratica quasi sempre trascurabile.

Riguardo invece ai diversi valori di ξ e di σ che si credesse di assumere, la correzione dei valori dati dalle curve, è facilissima ricordando che le curve stesse sono state tracciate per $\xi = 6$ e $\sigma = 200$ (pari a 2 Amp. per mmq) e tenendo presente che, in funzione del diametro, si hanno le seguenti proporzionalità

$$P_r = \left(\frac{\sigma}{\xi}\right)^2, \quad m = \frac{\sigma}{\xi}, \quad P_j = \frac{\sigma^2}{\xi} \qquad \text{e} \cos\varphi_r = \xi \, .$$

Così per es. se si credesse di adottare $\sigma = 150$ e $\xi = 5$, le ordinate delle varie curve sarebbero da moltiplicare per i coefficienti: 0,81 per le P_r; 0,9 per la m; 0,675 per le P_j e 0,833 per $\cos\varphi_r$.

TEMPERATURE AMMISSIBILI CON GLI ISOLAMENTI IN CARTA [1]

L'« American Institution of Electrical Engineers » ha recentemente ripreso in esame le norme riguardanti i cavi a bassa tensione isolati con carta impregnata. Le Norme emesse nel 1916 dall'A. E. I. I. Standards Committee, prescrivono che il limite massimo di temperatura alla quale può venir sottoposto il cavo sia di 85°.

La discussione avvenuta nel Congresso del 16-18 febbraio del corrente anno, fu indirizzata a ricercare se tale limite di temperatura possa venire ulteriormente elevato. Si osservava infatti che le stesse Norme permettevano per gli isolamenti in carta impregnata, quando fossero usati nella costruzione di macchinario, una temperatura continuata di 105°.

Abbondante contributo di studî fu portato, intorno agli effetti di un riscaldamento prolungato sulle proprietà meccaniche ed elettriche della carta.

Furono riprese in esame anche le numerose ed accurate esperienze eseguite dall'Engineering Standards Committee inglese nel 1905 Un esteso riassunto ne è dato nella memoria dell'ing. Philip Torchio che ne riporta anche numerosi diagrammi. In tutte quelle esperienze era risultato che le proprietà dielettriche della carta non avevano subito che piccole variazioni, anche quando le proprietà meccaniche si erano completamente alterate.

Le principali ragioni addotte per stabilire un limite di temperatura nei cavi, inferiore a quello nelle macchine erano state specialmente le seguenti:

L'olio isolante usato per l'impregnazione, avrebbe potuto, ad una temperatura troppo alta, colare dalla carta e accumularsi nella parte inferiore del cavo, specialmente se questo è installato in condotti inclinati, lasciando secca la parte superiore del cavo stesso.

Inoltre potendo i cavi essere frequentemente rimossi per manutenzione od altre ragioni, occorreva che la carta mantenesse inalterate le sue proprietà meccaniche per sopportare tali sollecitazioni senza lacerarsi.

Si aveva anche tenuto presente la dilatazione che può avvenire nei lunghi cavi con conseguenti sollecitazioni meccaniche specialmente negli angoli bruschi.

[1] Riassunto dai seguenti articoli:

PHILIP TORCHIO – « Permissible Operating Temperatures of Impregnated Paper Insulation in which Dielectric Stress is low » (Journ. A. I. E. E., febbraio 1921, pag. 96).

WALLACE S. CLARK – « Notes on the effett of heat on Impregnated Paper from cable insulation » (idem, pag. 113).

W. A. DEL MAR – « The maximum safe operating temperature of low-voltage paper-insulated cables » (idem, pag. 131).

L. ELDEN – « Permissible operating temperatures of impregnated paper insulation in which dielectric stress is low » (idem, pag. 145).

H. W. FISHER e R. ATKINSON – The effect of heat on paper insulation » (idem, marzo 1921, pag. 153).

D. W. ROPER – « Permissible operating temperatures of impregnated paper insulation in which dielectric stress is low » (idem, pag. 201).

Secondo l'ing. Torchio queste ragioni non avrebbero valore. Egli mette in evidenza l'importanza che ha, nei riguardi dei limiti di temperatura ammissibili, il fattore di carico del cavo. Mentre nelle macchine il limite ammesso di 105° è raggiunto e mantenuto per lunghi periodi di funzionamento, nei cavi a bassa tensione, invece, il massimo di temperatura viene raggiunto soltanto per brevi periodi ogni giorno. Sotto questo aspetto quindi un limite di temperatura di 105° che fosse ammesso anche pei cavi darebbe una sicurezza maggiore che non lo stesso limite applicato alle macchine.

L'ing. Torchio riporta dei dati riguardanti i cavi della New York Edison Company. Nel 1919 si verificarono parecchi corti circuiti sulla rete della Compagnia, in seguito ad un improvviso aumento nel consumo di energia che costrinse i cavi a bassa tensione a convogliare correnti di intensità assai maggiori del normale. L'ispezione dei cavi dimostrò che si erano verificate lacerazioni nel rivestimento di piombo in seguito ad anormali allungamenti causati dal surriscaldamento, specialmente in corrispondenza alle curve; la lacerazione si era estesa all'isolante e l'umidità penetrata aveva generato i corti circuiti locali. Tuttavia all'infuori dei punti così danneggiati, l'isolamento in carta non aveva sofferto dal riscaldamento anormale, in nessuno dei cavi su tutta la loro lunghezza.

Analoghi dati della pratica vengono riportati da D. W. Roper riguardo ai cavi della Commonwelth Edison Co. di Chicago. Deducendo la temperatura del rame nei cavi dalla misura della temperatura dell'aria nei canali in cui sono contenuti i cavi e dal fattore di carico della rete, col metodo di Atkinson [2], risultò che la massima temperatura raggiunta dal rame era generalmente superiore a 105° e in parecchi casi si manteneva notevolmente al di sopra di tale valore per parecchie ore al giorno durante i mesi invernali. In alcuni casi di installazioni vecchie coi cavi molto ammassati entro i canali, si riscontrò una temperatura dell'aria di 100°, per poche ore in alcuni giorni; la formula di Atkinson, dà una corrispondente temperatura nel rame di circa 200°. Uno di questi cavi fu tolto ed esaminato; l'isolamento in carta era leggermente annerito, ma ancora impregnato d'olio e conservava la sua flessibilità, pur avendo perduto parte della sua resistenza meccanica.

Il Rope assicura che parecchi cavi che erano stati sottoposti a temperature oltre i 100° poterono essere estratti e riutilizzati nuovamente in altre installazioni.

Il Torchio riporta numerosi risultati di esperienze eseguite su cavi in posto. Quattro tratti di conduttori lunghi 100 metri furono fatti percorrere da correnti intense per un certo numero di ore giornaliere durante due mesi. Con copie termoelettriche si leggeva la temperatura dei rivestimenti dei cavi, e si calcolava la temperatura del rame colla formula di Atkinson. Uno dei cavi fu sottoposto alle temperature indicate nella tabella seguente:

Temperatura del conduttore	Ore di durata	Note
meno di 85°	73	Le ore indicano le ore di effettivo riscaldamento, escluse le ore durante le quali la corrente veniva tolta.
85°–90°	13	
90°–100°	26	
100°–110°	37	
110°–125°	88	
125°–150°	36	
sopra i 150°	169	
Durata totale della esperienza	442	

L'isolamento del cavo così trattato si rivelò ancora in buone condizioni benchè annerito e benchè la sua resistenza alla tensione fosse alquanto ridotta; in complesso il cavo era in grado di continuare indefinitamente il proprio servizio pur dopo aver sopportato per 169 ore una temperatura di oltre 150°. Altri cavi sopportarono un riscaldamento fino a 240° per quattro ore e mezza, ed anche una punta fino a 269°.

I cavi così trattati vennero estratti dai canali in cui erano posti, e avvolti e poi svolti nuovamente. Dopo aver indotto così nell'isolamento una sollecitazione meccanica rilevante, si provarono i cavi con tensioni superiori ai 5000 V; l'isolamento si rivelò ancora in condizioni così soddisfacenti che avrebbe permesso di impiegare nuovamente i cavi.

Le osservazioni dell'ing. Torchio furono criticate specialmente da L. Elden. Egli mette in evidenza che i cavi esaminati dall'ing. Torchio avevano bensì l'isolamento ancora in buone condizioni nel suo complesso, però in tutti quei punti in cui era intervenuta una causa complementare di sollecitazione l'isolamento era stato distrutto. E ciò specialmente in rispondenza ai guasti nella camicia del cavo. Inoltre appare poco attendibile il metodo di giudicare il carico del cavo mediante misure di temperatura eseguite in singoli punti. Si possono infatti con facilità verificare in altri punti condizioni locali di temperatura esterna, o d'imperfetta impregnazione dell'isolante, o di sollecitazioni meccaniche accidentali che richiedono un margine di sicurezza assai largo.

[2] Vedi: *Journal of the Am. Inst. of Elec. Eng.*, settembre 1920.

S. Elden si riferisce specialmente ai cavi della Edison Electric Illuminating Co. di Boston. Riporta una serie di osservazioni prolungata per undici anni; i cavi non ebbero mai a sopportare temperature superiori a 85°. In diciotto anni di esercizio non si ebbe mai a lamentare nemmeno un incidente dovuto agli isolanti.

L. Elden dà pure notevole importanza al fenomeno già citato, della possibile migrazione dell'impregnante alle parti più basse del cavo. L'Ing. Torchio al contrario crede che non vi sia alcun pericolo da questo lato. Egli cita in proposito le proprie esperienze di cui abbiamo parlato e che non dimostrano sensibile diminuzione di rigidità dielettrica nella carta impregnata di cavi sottoposti a forti temperature. Anche le osservazioni del Roper sui cavi della Commonwelth Edison Co., sembrano confermare l'opinione espressa dall'ing. Torchio. Egli fa poi giustamente notare che trattandosi di cavi a bassa tensione, la carta per quanto poco rimanga impregnata d'olio, presenterà sempre un margine di sicurezza grandissimo nei riguardi della rigidità dielettrica.

Anche il Fischer e l'Atkinson sono concordi nel ritenere che occorra occuparsi della resistenza meccanica della carta, assai più che del pericolo di deficienza di rigidità dielettrica.

Un altro pericolo che si poteva temere avesse a sorgere coll'eccessivo riscaldamento era che l'olio potesse in parte vaporizzare o distillare. Esperienze compiute al riguardo dalla New York Edison Co. e riportate dall'ing. Torchio, hanno dimostrato che l'olio fornisce le prime gocce di distillato soltanto a 205°. Campioni mantenuti per dodici giorni continuamente a temperature fra 115° e 160° non diedero alcun segno di distillazione dell'olio; furono pure interamente negativi campioni mantenuti a 180° e a 200° per 24 e 36 ore. Tuttavia con impregnazione di resine vegetali, a temperatura fra 145° e 160° si osservò che si svolgono emanazioni infiammabili: una scintilla produce in quelle condizioni un piccolo scoppio. Il fenomeno cessa sopra i 160° e manca totalmente cogli olii minerali.

Oltre ai dati di osservazione su cavi in posto, quali accennati fin qui, furono portati in discussione i risultati di molte esperienze di laboratorio.

Le esperienze furono intese generalmente a determinare le variazioni nelle proprietà meccaniche della carta e consistettero in prove di tensione, di lacerazione e di piegamento.

Le prove di piegamento vennero eseguite avvolgendo strisce di carta sottoposta al riscaldamento, su cilindri di diametro gradata-

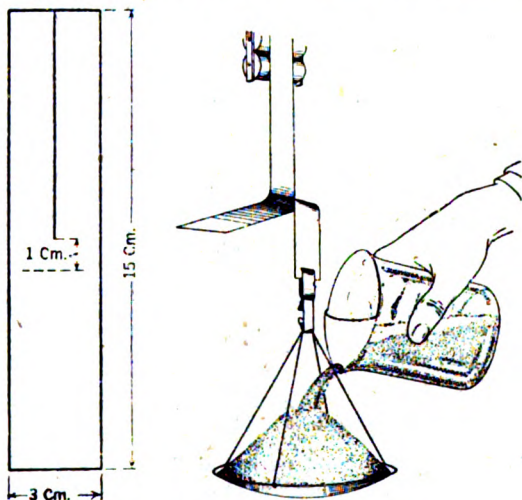



Fig. 1. — Prova di resistenza alla lacerazione.

mente decrescente, e misurando il diametro del cilindro per il quale avveniva la rottura della carta.

Svariati metodi vennero invece impiegati per le prove di lacerazione.

Nelle esperienze dell'Eng. Stand. Com. inglese, citate dal Torchio, si usò un punzone rotondo di 12 mm di circonferenza, determinando il carico su tale punzone che produceva la rottura della carta; la resistenza veniva espressa in per cento della resistenza primitiva della carta.

Il Clark usa la stessa macchina che gli serve per le prove di tensione: la carta viene tesa fra due cilindri, uno dei quali porta un ingrossamento che funziona da punzone.

Un metodo interamente diverso impiega l'ing. Del Mar. Una striscia di carta larga circa 3 cm viene accuratamente tagliata con un rasoio lungo la linea di mezzo, per circa metà lunghezza; un segno viene tracciato sulla carta, a 1 cm di distanza dalla fine del taglio. Uno dei lembi viene appeso in alto e all'altro viene appeso un leggero piatto fino a quando la carta comincia a strapparsi. Si cessa di versare la sabbia se la lacerazioone continua, altrimenti si prosegue a versare lentamente fino a quando la lacerazione ha raggiunto il segno tracciato. Il peso di sabbia necessario a produrre lo strappamento di 1 centimetro viene preso come misura della resistenza della carta; prolungando la lacerazione per 1 centimetro si tiene conto in qualche modo, delle ineguaglianze che vi possono essere nella carta stessa.

Dispotivi ancora diversi sono descritti nella memoria di Fisher e Atkinson. Nelle prime esperienze degli autori, la prova si eseguiva

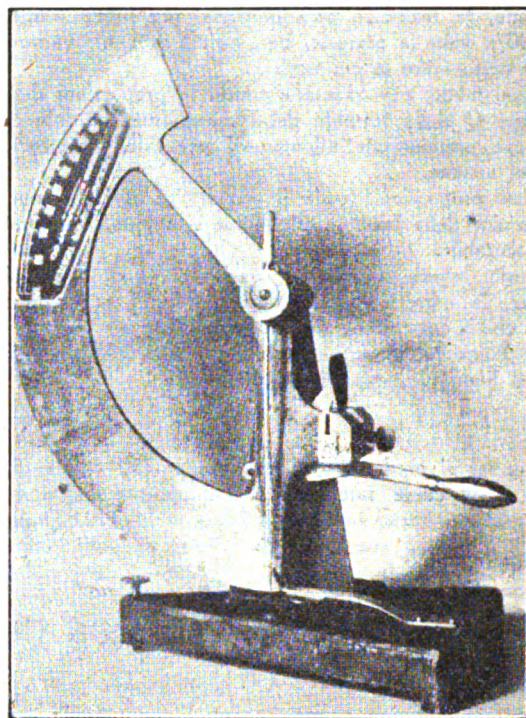



Fig. 2.

su strisce di carta lunghe 180 millimetri. In ogni striscia venivano fatti cinque fori del diametro di circa 6 millimetri; sulla linea dei centri di tali fori, veniva eseguito nella carta un taglio lungo 6 mm da una parte di ciascun foro e in comunicazione con esso. I centri dei fori distavano l'uno dall'altro di 15 millimetri. In una macchina per tensione si misurava la forza necessaria per completare lo strappamento da un foro all'altro e si prendeva la media di 15 misure eseguite su tre campioni come quello indicato.

Molto più perfezionato è il dispositivo usato da Fisher e Atkinson nelle loro ultime esperienze. L'istrumento consiste essenzialmente in un pendolo che, cadendo da determinata altezza, produce la lacerazione della carta. Una striscia larga da 3 a 4 centimetri viene fissata in un morsetto come si vede in fig. 2; nella macchina è disposto un coltello che produce nella carta un taglio lungo esattamente 2

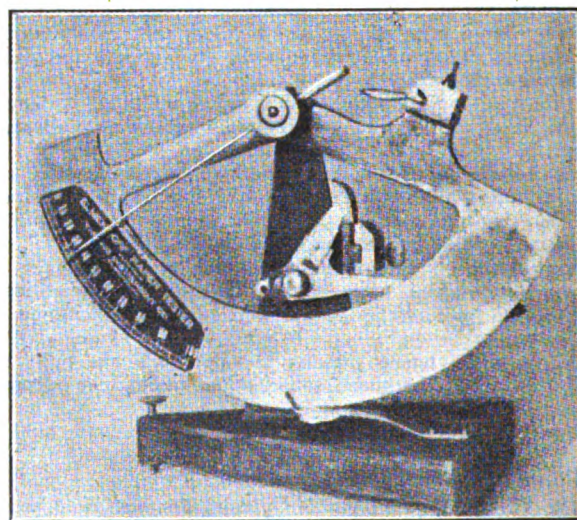



Fig. 3.

centimetri. L'arco graduato che funziona da pendolo, viene sganciato ed esso cade strappando la carta come si vede in fig. 3. L'oscillazione del pendolo al di là della posizione più bassa di equilibrio, viene registrata nella sua ampiezza da un apposito indice. Evidentemente l'oscillazione sarà tanto meno ampia quanto maggiore sarà il lavoro dello strappamento ossia quanto maggiore la resistenza della carta. Invece di includere nel morsetto una sola striscia se ne possono mettere un pacchetto di 4 o 5, misurando così la resistenza media.

Secondo gli autori l'istrumento darebbe misure assai esatte, e ben confrontabili fra loro. L'errore probabile di ogni risultato non sarebbe maggiore del 2 per cento.

Gli autori sono concordi nel ritenere che le prove di lacerazione siano le più importanti. Le prove di tensione hanno pure la loro importanza ma è facile verificare che la carta può col riscaldamento diventare fragile e lacerarsi con grande facilità pur presentando ancora notevole resistenza alla tensione.

Gli autori sono pure d'accordo nel rilevare la grande importanza che ha, agli effetti della resistenza meccanica della carta, il suo grado di umidità. Il diagramma di fig. 4 tracciato dal Del Mar mette in evidenza il fenomeno. Secondo il Torchio, la carta presa in condizioni normali e riscaldata per breve tempo a 100° perde circa il 10% in peso di umidità; mantenendo il riscaldamento continua una lenta graduale diminuzione di peso. Un campione di carta essicato nel vuoto a 20° presentò secondo il Torchio una resistenza inferiore

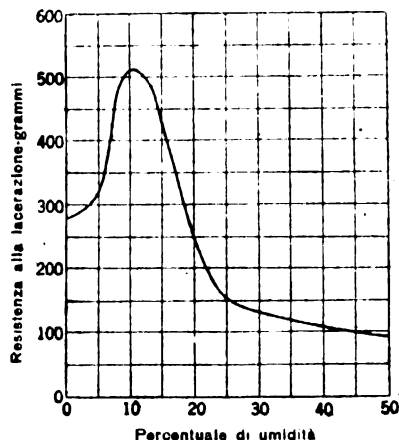



Fig. 4. — Influenza dell'umidità sulla resistenza alla lacerazione della carta non impregnata.

di più del 60 per cento a quella di un altro campione identico ma lasciato in una atmosfera satura di umidità.

Si capisce quindi come esperienze diverse non siano direttamente confrontabili se non è noto il grado di umidità della carta soggetta all'esperienza.

Ben poca influenza avrebbe invece sulle proprietà meccaniche della carta l'impregnazione coll'olio isolante. La diminuzione di resistenza che si verifica quando la carta è essicata e poi impregnata sarebbe dovuta unicamente al cambiamento di umidità contenuta nella carta prima e dopo la impregnazione. Due campioni, uno essicato in aria, e uno immerso in olio a 125° diedero risultati eguali. In altri casi i campioni impregnati, mostrarono resistenza maggiore di quella della carta non impregnata ma essicata nello stesso grado. Ad ogni modo le esperienze in proposito presentano spesso dei dati contradditori e non sembrano sufficientemente conclusive.

W. S. Clark riporta una serie di esperienze condotte su campioni di carta tagliati da cavi nuovi rappresentanti il tipo di produzione corrente. Dai cavi si estrassero sei strisce di carta impregnata. Dopo ciò i cavi furono sigillati alle estremità e mantenuti per 125 ore consecutive alla settimana a temperature fra 68° e 74°. Nemmeno dopo 6 mesi di tale trattamento si ebbe sensibile variazione nelle proprietà meccaniche della carta.

Il Clark riporta pure un'altra serie di esperienze a temperature più alte. Riportiamo nella tabella seguente i risultati:

Condizioni di trattamento	Campione	Tensione di perforazione	Resistenza a tensione K_t	Resistenza a lacerazione K_e	Rapporto fra K_t e K_e
Condizioni normali	A	100	100	100	0,76
Riscaldato a 100° per 30 giorni	B	89	100	100	0,76
» 100° » 60 »	C	76	74	66	0,68
» 100° » 90 »	D	85	78	53,5	0,53
» 110° » 30 »	E	79	76	51	0,52
» 110° » 60 »	F	71	55,5	32	0,44
» 110° » 90 »	G	71	55,0	37	0,50

Appare evidente da queste esperienze che la resistenza alla lacerazione diminuisce assai più rapidamente che la resistenza alla tensione. L'aumento di 10° nel riscaldamento porta una differenza grandissima nella entità della alterazione sopportata dalla carta. Si vede infatti che un riscaldamento di 30 giorni a 110° ha avuto conseguenze più gravi, che quello di 90 giorni a 100°. L'Autore crede tuttavia che anche il cavo da cui si è estratto il campione G sarebbe stato ancora in grado di funzionare benissimo per basse tensioni, ed anche di essere rimosso senza pericolo.

Interessanti esperienze del Del Mar dimostrano che anche riscaldamenti sotto i 100° hanno notevoli effetti se prolungati per lungo tempo. La curva di fig. 5 si riferisce a un campione di carta mantenuto per un anno immerso in un miscuglio resina-petrolato a temperatura fra 85° e 90°. La diminuzione di resistenza è sensibile; tuttavia si nota che la curva tende a divenire asintotica all'orizzontale; d'altra parte, secondo l'Autore, la carta in esame, anche nelle condizioni finali, sarebbe stata ancora del tutto soddisfacente per cavi a bassa tensione. La curva di fig. 5 si riferisce a resistenza di tensione; è probabile, come risulta dalle esperienze del Clark, che la resistenza alla lacerazione sia diminuita in proporzione maggiore.

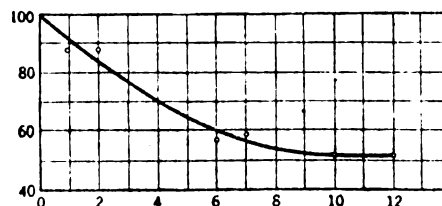



Fig. 5. — Perdita di resistenza alla tensione dalla carta impregnata, alla temperatura di 85° ÷ 90°.

Altre esperienze del Del Mar hanno dimostrato che decise alterazioni avvengono nella carta non impregnata a temperature fra 120° e 130°.

Il diagramma di figura 6, pure tolto dalla memoria del Del Mar dimostra che un riscaldamento a 100° gradi prolungato per tre o quattro settimane, distrugge praticamente la resistenza meccanica della carta. Tuttavia la rigidità dielettrica si manteneva sufficiente pel regolare funzionamento del cavo a bassa tensione, fino a quando non intervenissero sollecitazioni meccaniche.

Nel diagramma di figura 7 sono riassunte le esperienze più importanti di Fisher e Atkinson; le curve danno la relazione fra le temperature di riscaldamento e il numero di ore necessario per produrre una certa diminuzione percentuale nelle proprietà meccaniche. Le curve sono prolungate nella parte tratteggiata per estrapolazione e devono perciò in tali tratti essere interpretate con molta prudenza. Le esperienze furono condotte su campioni di carta esposti in ambienti aventi il 30 per cento di umidità.

E' interessante notare che le curve sono sensibilmente parallele. L'inclinazione delle curve mette in evidenza come basti un piccolo aumento di temperatura per accelerare moltissimo il deterioramento. Dalla curva più bassa si vede ad esempio come a 100° basti, per produrre lo stesso effetto, un tempo circa 10 volte minore che a 85°. Le

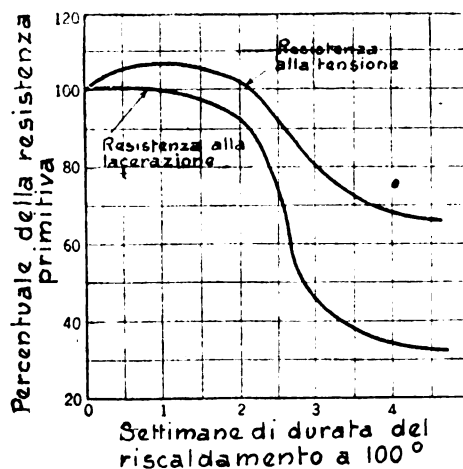



Fig. 6.

curve mostrano un sensibile deterioramento anche a 85° in circa 9000 ore ossia circa un anno. Ciò si accorda colle esperienze ricordate dei Del Mar.

Un fatto messo in evidenza da tutti gli autori è quello della importanza da attribuirsi al fattore di carico della rete, vale a dire al numero di ore durante il quale il cavo può essere sottoposto alla temperatura massima.

Dalle curve riportate in fig. 7 risulta infatti che la rapidità di deterioramento di un cavo che abbia a sopportare una temperatura di 100° per circa due ore e mezza al giorno (900 ore annue) e di 85° per il rimanente tempo (8000 ore annue), è all'incirca doppia di quella di un cavo mantenuto a 85° in modo continuo.

Un altro fatto di grande importanza è quello della posa dei cavi e delle eventuali sollecitazioni meccaniche alle quali il cavo può venire eventualmente sollecitato.

Si è visto infatti dalle esperienze riassunte, che le proprietà elettriche della carta si mantengono largamente sufficienti anche quando le proprietà meccaniche sono ridotte moltissimo. E' evidente che in tali condizioni, un cavo in posto può continuare a funzionare soddisfacentemente; ma è anche evidente che basterebbe una sollecitazione meccanica accidentale per produrre la rottura della carta e quindi la messa fuori servizio del cavo. Le sollecitazioni meccaniche sono legate allo stato di conservazione della camicia esterna di piombo,

ed alla dilatazione del cavo. Secondo il Torchio la durata del rivestimento, la sua resistenza alle azioni elettrolitiche ecc., si deve considerare come il fattore più importante per la durata di un cavo a bassa tensione. La installazione deve essere curata in modo da permettere la libera dilatazione del cavo ed evitare quindi le screpolature nel rivestimento.

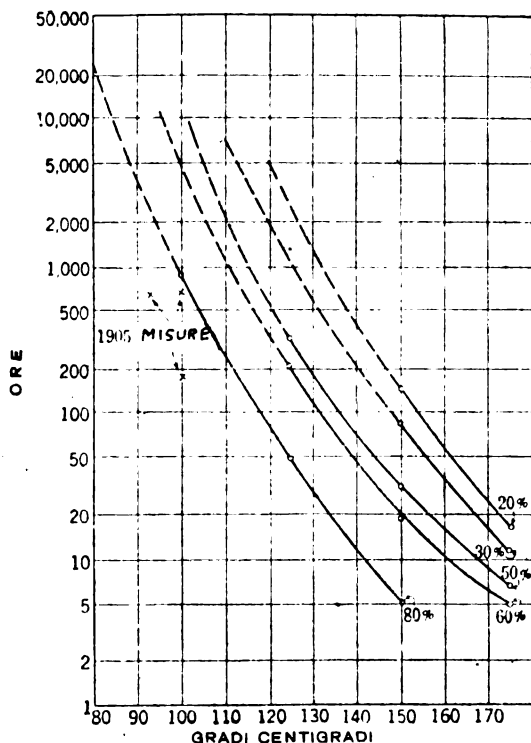



Fig. 7.

Come condizione di installazione occorre anche tener presente le condizioni di aerazione dei condotti di posa dei cavi e le temperature che si possono mantenere nell'aria di tali condotti. Ciò ha naturalmente grande importanza nel determinare le perdite di calore e quindi il raffreddamento dei cavi. La figura 8 rappresenta le perdite di calore che si può ritenere avvengano nei cavi di un condotto a seconda del modo con cui i cavi vi sono disposti; si è assunto come 100 la perdita in un condotto con quattro cavi disposti a quadrato. Il Torchio nella sua memoria riporta pure interessanti dati sulla conduttività termica delle pareti in calcestruzzo, e dei terreni in differenti condizioni.

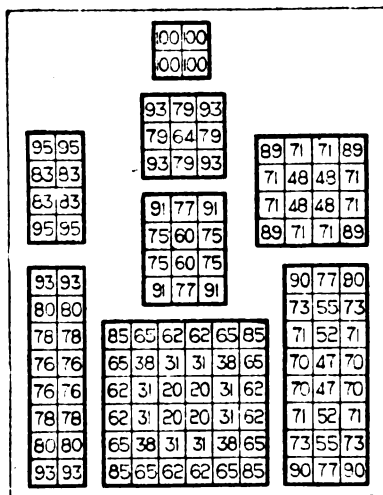



Fig. 8.

Quanto si è detto riguardo all'importanza del fattore di carico, delle sollecitazioni meccaniche, e della posa in opera può rendere in gran parte ragione del forte divario fra le conclusioni e le proposte degli autori che si sono occupati dell'argomento.

Le proposte fatte sono infatti assai discordanti. Fisher e Atkinson chiudono il loro studio proponendo che il limite massimo di temperatura, da mantenersi costante, sia abbassato a 78°, e che le punte massime sieno sotto i 100°. Il Roper arriva invece a proporre una temperatura costante di 110° permettendo delle punte fino 180°.

Il Roper si basa sulle osservazioni eseguite sui cavi di Chicago, i quali, come si è accennato, hanno sopportato temperature fino a 200°. Ma il Roper stesso ha riscontrato che i cavi in esame presentavano dei guasti sulla camicia di piombo e che in rispondenza ad essi l'isolamento era distrutto. Osservazioni analoghe fece il Torchio sui cavi di New York, ed egli fa notare come i guasti nella camicia esterna siano in relazione al riscaldamento il quale produce dilatazioni e quindi spostamenti, sfregamenti dei cavi fra loro e colle pareti dei condotti, ecc.

Dal complesso degli studi riportati appare che l'isolamento in carta può bensì sopportare riscaldamenti anche elevati senza essere messo fuori servizio, ma diventa con ciò inadatto a resistere a qualunque eventuale sollecitazione meccanica.

E poichè tali sollecitazioni sono assai facili ad intervenire, non appare prudente concedere elevati limiti di riscaldamento, anche per periodi brevi. Sono specialmente importanti a questo riguardo i dati di Fisher e Atkinson riassunti in figura 7 dai quali risulta che un breve riscaldamento ad alta temperatura danneggia il cavo più di un lungo periodo a temperatura inferiore.

Perciò gli autori sono in generale d'opinione che il limite di 85 gradi stabilito dalle presenti regole non debba essere di molto oltrepassato. Il Torchio, basandosi sulla importanza del fattore di carico, propone la seguente tabella:

105°	per un fattore di carico di circa 33 %
95°	» » » » » » 50 %
90°	» » » » » » 66 %

La temperatura di 105° esaminata col diagramma di Fisher e Atkinson a figura 7 darebbe però, anche col fattore di 33%, un deterioramento assai rapido.

L'Elden propone senz'altro che venga mantenuto il limite attuale di 85°.

Gli studi che sono stati riassunti avevano lo scopo di preparare i materiali da sottoporre all'A. I. E. E. Standards Committee per la compilazione delle nuove Norme.

R. S. N.

LETTERE ALLA REDAZIONE

Di due grandezze caratteristiche della catenaria e del loro uso nel calcolo pratico dei conduttori sospesi.

Riceviamo e pubblichiamo:

Spett. Redazione della « Elettrotecnica »

Via S. Paolo, 10 **MILANO.**

Nella nota di Redazione riguardante il mio articolo comparso nel N. 12 della « Elettrotecnica » del 25 Aprile 1921 il concetto fondamentale, sul quale si basano i metodi di calcolo esposti, è definito « artificio matematico ». Mi permetto di non essere completamente d'accordo con questa definizione che, presa alla lettera, potrebbe fare apparire, specialmente a chi si contenta di leggere le note di Redazione per farsi un'idea anche approssimativa del contenuto degli articoli, il procedimento svolto come una pura elucubrazione matematica.

Il concetto essenziale che mi è servito di base e di guida alla impostazione e allo svolgimento del metodo in parola è di natura fisica, o meccanica, e non di natura matematica. Prova ne sia che nel primo studio originale, che risale a più di due anni fa, in cui ho seguito la via inversa di quella svolta nel mio articolo, sono partito dalla ipotesi fisica di un filo di materiale imponderabile teso fra due sostegni e caricato gradatamente fino a raggiungere il carico corrispondente alle condizioni normali. D'altra parte che il concetto fondamentale sia di natura puramente fisica, o meccanica, può, o meglio deve convincersi chiunque applichi i metodi svolti ad un caso un po' complesso, diverso da quelli elementari svolti nel mio articolo.

Si supponga, per esempio, che il conduttore venga teso fra due sostegni elastici e si voglia coll'aiuto di una delle sue grandezze caratteristiche calcolare la stabilità della campata. La concezione fisica del procedimento apparirà del tutto evidente. Che poi d'altro lato nella maggior parte dei casi le due grandezze caratteristiche raggiungano dei valori teorici e prettamente matematici ho già detto nel mio articolo.

Colgo infine l'occasione per aggiungere che il procedimento in questione può venire applicato anche a conduttori caricati non uniformemente in modo qualsiasi.

Sarò grato a codesta Spett. Redazione se vorrà cortesemente pubblicare quanto sopra e frattanto con tutta stima.

ING. E. SANTUARI.

Riconosciamo coll'Ing. Santuari di aver scritto artificio matematico mentre più propriamente si sarebbe dovuto scrivere artificio fisico. Lo scambio non ha tuttavia grande importanza poichè nell'usare la parola artificio non intendevamo per nulla infirmare la concezione dell'A. ma solamente far risaltare come lo studio si basava, come spesso succede, sulla considerazione di uno stato del filo quale in pratica non può presentarsi. Del resto molti problemi non si possono risolvere senza ricorrere ad artifici, siano fisici o matematici. *(N. d. R.)*

:: SUNTI E SOMMARI ::

CONDUTTURE.

JOHATON — **Localizzazione dei difetti negli isolatori delle linee di trasmissione.** (Electrical World 13 settembre 1919, n. 11, pag. 568).

L'autore descrive un metodo per riconoscere se in una catena di isolatori a sospensione vi sieno elementi difettosi. Occorre però che la tensione di esercizio della linea non sia inferiore al 20% della tensione per la quale essa è isolata. Il metodo può anche servire per riconoscere se vi sieno parti difettose nei grandi isolatori a fungo multipli.

Per gli isolatori a sospensione l'istrumento da usarsi è rappresentato in figura 1. Esso consiste in un bastone isolante lungo circa 3 metri e portante ad una estremità una specie di forca a due bracci di filo di ferro fra loro connessi elettricamente. L'esame della catena di isolatori

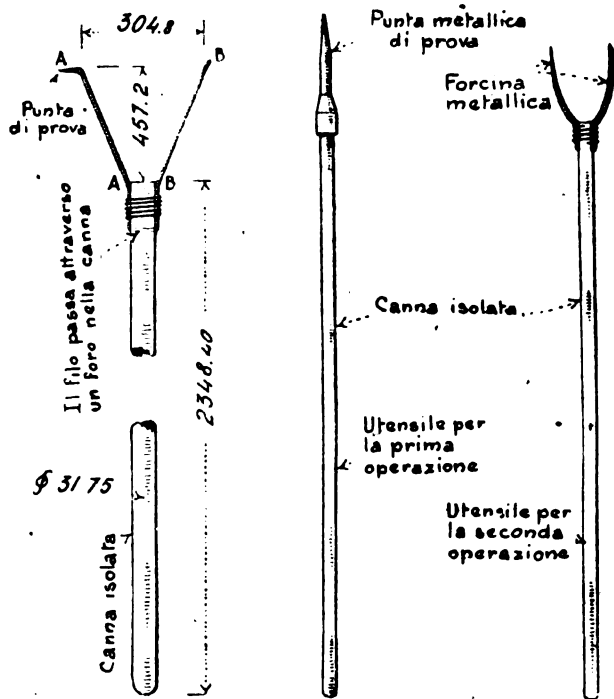



Fig. 1. — Utensile per la verifica degli isolatori a sospensione.

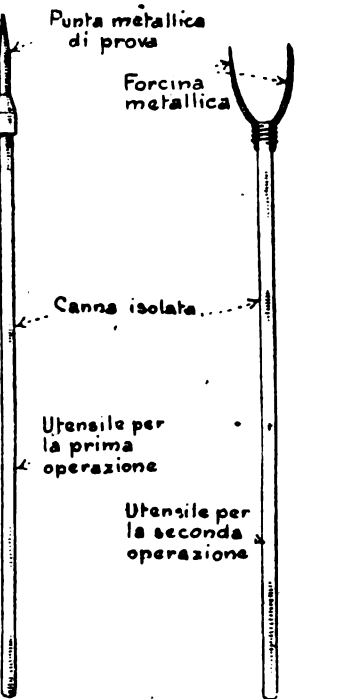



Fig. 2. — I due utensili necessari per la verifica degli isolatori a fungo.

si fa con due operazioni successive. La prima operazione serve a riconoscere le condizioni generali della catena, mentre la seconda operazione localizza accuratamente i difetti dell'isolatore.

Per la prima operazione si procede come segue. Si tocchi il conduttore di linea colla punta A del bastone, e poi si allontani lentamente la punta. Si produce allora un ronzio distinto, che dura, per tensioni di circa 110 000 Volt fino ad una distanza di circa 7 centimetri fra punta e conduttore. Si ripete l'operazione sulla cupola dell'isolatore più vicino alla linea: si otterrà un ronzio meno distinto; e così via ripetendo per tutti gli elementi della catena, il ronzio si fa sempre meno distinto quanto più ci si allontana dal conduttore; l'ultimo elemento dà invece un suono più forte che l'elemento precedente. Se i fenomeni si verificano nel modo descritto ciò significa che la catena degli isolatori si fa con due operazioni successive. La prima operazione serve a riconoscere le condizioni generali della catena, mentre la seconda operazione localizza accuratamente i difetti dell'isolatore.

Se si suppone invece che un elemento sia guasto, accade che il suono che si ottiene dalla cupola dell'elemento guasto è eguale a quello che si ottiene dalla cupola dell'elemento precedente più vicino alla linea.

Si riesce in tal modo a determinare quanti e quali sono gli elementi difettosi in una catena.

Si può allora procedere alla seconda operazione la quale consiste nel mettere in corto circuito successivamente i singoli elementi della catena. Questa seconda operazione si applica naturalmente solo quando la prima ha fatto riconoscere che nella catena in esame esiste un numero di elementi sani tale, che il metterne uno in corto circuito possa non riuscire nocivo all'incolumità dell'intera catena.

Si comincia ad applicare uno dei bracci della forcina sul conduttore, e con l'altro si forma e si toglie alternativamente il contatto colla cupola del primo elemento; ad ogni interruzione si avrà una scintilla. Si ripete l'operazione mantenendo il contatto colla cupola del primo elemento toccando quella del secondo, e così via per tutti gli elementi. Le scintille sono sempre più piccole quanto più ci si allontana dal conduttore di linea. Se nella catena vi è un isolatore decisamente guasto, esso non darà nessuna scintilla. Se vi è un elemento difettoso, esso dà una scintilla più piccola che se fosse perfetto, e invece diverrà più grande la scintilla che si ottiene dall'isolatore seguente.

In tal modo colla prima operazione si determinano gli elementi completamente fuori servizio, e colla seconda operazione si riconoscono anche gli elementi difettosi. Un secondo operatore che accompagna quello che porta la canna di prova, segna man mano gli elementi da sostituire.

Una semplificazione del metodo deriva dalla considerazione seguente: In tutte le catene di isolatori sospesi vi è un elemento il quale dà il minimo di ronzio nella prima prova, e la più piccola scintilla nella seconda prova. Questo elemento, che l'autore chiama « isolatore silenzioso » è spesso il secondo a partire dall'attacco al supporto: in ogni modo dopo aver provato un certo numero di catene, resta determinato quale sia l'isolatore silenzioso per quel tipo di catena. Una volta determinato questo, l'operatore si limita a toccare colla punta della forcina l'isolatore silenzioso; se il ronzio o la scintilla data da esso è normale, ciò significa che l'intera catena è in buone condizioni, e non è necessario verificare gli altri elementi. Se invece la scintilla o il ronzio dati dall'isolatore silenzioso sono maggiori o minori di quelli normalmente dati da tale elemento, è segno che vi è un difetto nella catena e occorre procedere alla prova di tutti i singoli elementi.

Secondo l'autore, un operatore acquista in breve tempo una abilità sufficiente per riconoscere con certezza, dall'esame del solo isolatore silenzioso, le condizioni di tutta la catena.

L'autore applica poi il suo metodo anche per determinare il numero di elementi più opportuno per costituire una catena per una data tensione in linea. Se una catena formata per una data tensione è costituita da un numero di elementi eccessivo, si verificherà in essa più di un elemento silenzioso; la catena più adatta sarà quella che, soggetta alla tensione di esercizio dia un solo elemento silenzioso che dovrebbe essere il secondo a partire dall'attacco al supporto.

Come esempio della bontà del suo metodo l'autore cita il caso della Atlanta-Tallulah Falls, la quale prima della adozione di questo metodo fu messa fuori servizio ventinove volte in un anno, per guasti agli isolatori, mentre dopo che si adottò l'ispezione annale col metodo su indicato non diede più alcun inconveniente in causa degli isolatori.

Il metodo è pure applicabile agli isolatori a perno composti di molte parti. In essi il cemento di collegamento fra le varie parti in porcellana si comporta esattamente, agli effetti della canna di prova, come un'armatura metallica.

Per la prova degli isolatori a perno occorrono gli arnesi rappresentati in figura 2. Colla punta metallica si tocca il conduttore, e poi si allontana la punta da esso ottenendo il ronzio come nel caso precedente; l'operazione si ripete toccando successivamente le zone di cemento interposte fra i pezzi in porcellana; dai ronzii prodotti si giudica, come nel caso precedente, se le parti di cui l'isolatore è composto sieno tutte sane. Colla seconda operazione si determinano quelle parti che sieno soltanto difettose. A questo scopo si tiene ferma una delle punte della forcina sul conduttore; colla punta dell'altra canna si tocca il cemento fra la prima e la seconda zona di porcellana poi si tocca la seconda punta della forcina con la parte in ferro della seconda canna in modo da mettere in corto circuito il primo pezzo in porcellana: se questa parte è perfetta si produrrà una scintilla. Si ripete l'operazione toccando il cemento fra le prime due parti e quello fra la seconda e la terza mettendo in corto circuito la seconda zona di porcellana, e così via. Come nel caso degli isolatori a sospensione, anche qui dalla vivacità maggiore o minore delle scintille si giudica del grado di perfezione delle parti costituenti l'isolatore.

L'autore ha brevettato il suo metodo per gli Stati Uniti, per il Canadà e per altre Nazioni.

R. S. N.

★ ★

ELETTROFISICA.

W. DEL REGNO. — **Variazioni residue della resistenza elettrica di acciai al nichel per effetto di processi termici.** (Rend. R. Acc. dei Lincei, agosto-settembre 1920, vol. XXIX, pag. 138 e 192).

In due note l'A. dà notizia dei risultati preliminari di uno studio, intrapreso allo scopo di assodare le influenze dei processi termici sulle proprietà elastiche degli acciai al nichel.

In queste prime esperienze lo studio è stato limitato alle leghe ad alta percentuale di nichel, le cosidette leghe *riversibili* (Osmond), fra le quali particolarmente interessanti l'*invar* (36% *Ni*), che ha un coefficiente di dilatazione praticamente nullo, ed una delle varietà di *platinite* (corrispondente alla percentuale del 44% di *Ni*), il cui coefficiente di dilatazione è uguale a quello del vetro; ciò che ha permesso di sostituirla al platino in molte applicazioni pratiche, ed in especial modo nella costruzione delle lampade elettriche.

Il metodo d'indagine seguito dall'A. non pare sia stato da altri precedentemente impiegato: esso consiste nella determinazione delle variazioni residue della resistenza elettrica, cioè della differenza fra i due valori della resistenza, prima e dopo il processo termico, al quale la lega viene sottoposta. Il metodo è assai sensibile e può essere vantaggiosamente adoperato, sempre quando occorra conoscere le variazioni di struttura prodotte da speciali processi termici o meccanici, non escluse le ordinarie azioni di tempera, rinvenimento e ricuocimento.

Le esperienze fatte dall'A. sono relative alle seguenti condizioni sperimentali: 1). riscaldamento del materiale, ridotto in fili, nell'aria

a mezzo della corrente elettrica per la durata di un'ora a temperatura inferiore a quella del calor rosso; 2). raffreddamento rapido nell'aria prodotto con l'interruzione della corrente.

I risultati ottenuti sono i seguenti:

1. per l'invar la variazione residua, nel senso di un aumento della resistenza e che può chiamarsi positiva, aumenta con l'aumentare della temperatura prima lentamente poi più rapidamente, fino a diventare negativa dopo un breve intervallo, in cui la variazione si mantiene assai piccola.

Intensità della corrente di riscaldamento (ampère)	Variazioni residue percentuali (ohm)	
	Invar	Platinite
1.00	+ 0,009	+ 0,026
1.50	+ 0,195	+ ,0100
2.00	+ 0,624	— 0,065
3.00	+ 0,656	— 0,363
3.50	— 0,177	—
4.00	— 0,790	— 3,106

Per la platinite le variazioni residue sono più piccole, ad eccezione dell'ultimo valore che è circa quattro volte quello ottenuto per l'invar. Ciò porta a concludere che il ricuocimento, non oltre una determinata temperatura, seguíto da un brusco raffreddamento, produce un aumento della resistenza elettrica, cioè un effetto d'incrudimento o di tempera maggiore per l'invar, minore per la platinite, laddove un ricuocimento a temperatura maggiore produce una diminuzione della resistenza elettrica, minore per l'invar, molto maggiore per la platinite, con la formazione di uno stato di maggiore plasticità.

2. i valori della resistenza elettrica subiscono nel tempo, dopo il ricuocimento, delle variazioni continue, per quanto piccolissime: anche dopo periodi piuttosto lunghi di riposo si hanno difatti valori che presentano differenze solo nella quarta cifra decimale. Le maggiori variazioni si hanno nella prima mezz'ora da che è cessato il riscaldamento: queste variazioni che non sono dovute ad effetto di temperatura, indicano un vero e proprio processo interno che continua lungamente per quanto in proporzioni sempre più ridotte, ciò che conferma il carattere poco stabile di queste leghe, come risulta da tutte le esperienze del Guillaume.

3. il cambiamento di segno della variazione residua induce a pensare che la detta variazione corrisponda al passaggio per i punti di trasformazione.

4. i ricuocimenti successivi sempre alla stessa temperatura, producono nell'invar variazioni residue sempre dello stesso segno, ma assai più piccole di quelle prodotte dal primo ricuocimento.

*

E. ZAVATTIERO. — **Relazione tra resistenza elettrica e tensioni nel bismuto.** (Rend. R. Acc. dei Lincei - 18 gennaio 1920, vol. XXIX, pag. 48).

Una ricerca sistematica sulle variazioni di resisteuza elettrica di diversi fili di bismuto, assoggettati a trazione, è stata condotta dall'A. col metodo del ponte valutando gli allungamenti del filo dalle rotazioni di un cilindretto di ebanite (sul quale poggiava leggermente il filo di bismuto) mediante il sistema dello specchietto e della scala.

Il carico tensore variava mercè l'efflusso di acqua in un recipiente cilindrico legato al filo, e, per evitare forti carichi iniziali, si è compensato il peso del serbatoio mediante la spinta esercitata da due galleggianti di sughero paraffinato, fissati con aghi di acciaio ai lati di un telaino di legno. I fili di bismuto (del diametro di cm 0,031) furono assoggettati ad una serie numerosa e ripetuta di trasformazioni cicliche unilaterali. Due fili vennero cimentati per valori prossimi al limite di rottura; e si è presa pure in esame l'influenza del campo magnetico, prodotto da un rocchetto coassiale al filo, sui valori della resistenza elettrica sotto l'azione simultanea del peso tensore. La ricerca condusse alle seguenti conclusioni:

1). Il bismuto presenta, al pari del nichel, notevole comportamento anomalo, in quanto presenta diminuzione di resistenza elettrica per effetto della trazione.

2). Durante il processo di trazione la resistenza elettrica del filo diminuisce, per piccoli carichi, con legge di proporzionalità alle deformazioni; per carichi elevati, con rapidità sempre più piccola.

3). Sotto l'azione di un peso tensore costante in prossimità del limite di rottura, la resistenza specifica del bismuto aumenta gradualmente col tempo, ma si mantiene sempre inferiore al valore posseduto dal filo prima di essere deformato.

4). Il campo magnetico esercita azione assai piccola, e forse contraria a quella prodotta dal carico nella variazione della resistenza.

* *

GENERATORI ELETTRICI.

W. SEITZ — **Rendimento di vari schemi di connessione di valvole ioniche generatrici.** (Jahrb. f. Drahtl. Tel. vol. XV, 1920, fasc. VI, pag. 457).

L'A. definisce *Rendimento della valvola* il rapporto $\frac{I^2_A \cdot R}{V_a I_a}$ in cui il numeratore rappresenta la potenza utilizzata nell'antenna od in un circuito equivalente, ed il denominatore il prodotto della tensione anodica V_a per la corrente anodica I_a ossia la potenza fornita al circuito anodico. Egli ne ottiene i valori, misurando separatamente le quattro quantità, e operando principalmente su due schemi fra quelli

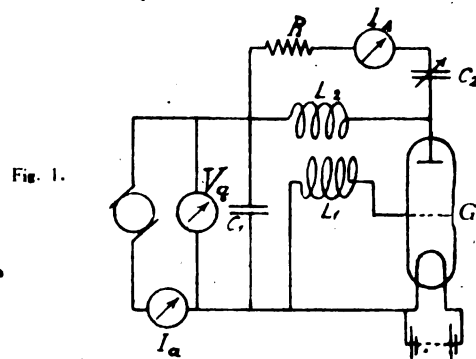



Fig. 1.

più comunemente usati, nel primo dei quali la tensione di griglia è fornita da una sorgente separata, cioè da una piccola valvola ausiliaria, laddove nel secondo essa è data dall'accoppiamento induttivo del circuito di griglia con quello oscillatorio. Nelle fig. 1 e 2: il circuito equivalente all'antenna è rappresentato schematicamente in $R\,L_2,\ C_2\,I_A$, in esso la lunghezza d'onda poteva variare fra 360 e 2000 metri, V_a fra 1000 e 4000 V, e la potenza spesa per l'incandescenza del filamento fra 30 e 50 W. Di quest'ultima non è tenuto conto nel calcolo del rendimento, come pure non si fa menzione dell'accoppiamento. L'A. infine ha misurato anche la potenza trasformata in calore sull'anodo; per far ciò egli vi ha saldato una pila termoelettrica, e chiudendone gli estremi su di un galvanometro ha tarato questo indicatore di calore, in funzione dei watt spesi sotto forma di corrente continua all'anodo, quando la valvola non forniva energia al circuito oscillatorio esterno. Con questi dati, durante il funzionamento normale della valvola sul

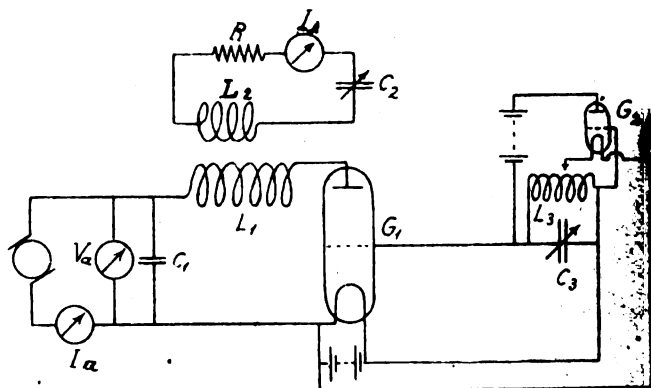



Fig 2.

circuito di aereo, egli poteva in ragione delle deviazioni galvanometriche, calcolare la potenza perduta sull'anodo.

L'A. nota subito di aver potuto realizzare con entrambi gli schemi una miglioria del 10% di rendimento, inserendo sulla griglia G_1 una tensione continua negativa, compresa fra 80 e 90 V, sebbene ciò abbia prodotto una diminuzione di erogazione di energia nel circuito dell'antenna. Nella tabella che segue le prime due serie di valori riproducono i risultati ottenuti con i due schemi e con questo artifizio, la terza serie è ottenuta con uno schema combinato applicando a quello della fig. 2 una eccitazione indipendente sulla griglia come nella fig. 1.

Le prove dimostrano che i rendimenti aumentano col crescere della lunghezza d'onda; lo schema 1 è più vantaggioso del 2 per le onde lunghe, ma questo è migliore per le onde corte. La terza disposizione dà rendimenti migliori della seconda, specialmente per le onde corte, senza tuttavia riuscire a superare i risultati dello schema 1, il quale inoltre richiede meno precisione di regolazione di C ed L.

Le percentuali di energia consumate, nell'interno della valvola nella serie di misure eseguite con lo schema 1 risultano dalla 4ª riga della tabella, mentre nella 5ª riga l'A. registra la parte rimanente di energia perduta, e che egli addebita ai circuiti di connessione.

TABELLA

Lunghezza d'onda metri	360	500	800	900	1000	1100	1200	1400	1500	1600	1700	2000
I° Schema η %		52	63			71		78		78		
II° » »		57			65							72
III° » »	61			68			73				75	
Perdite % nelle valvole		36		24					16			
» » nei circuiti		12		10					6			

F. Li.

* *

IDRAULICA.

A. COUTAGNE — **Considerazioni sugli elementi caratteristici del regime di un corso d'acqua.** (Revue Générale Electricité 28 agosto 1920, pag. 265).

Si tratta di un tentativo, del resto non interamente nuovo, di rappresentazione analitica del regime di un corso d'acqua, mediante equazioni colleganti i diversi elementi caratteristici.

Si adottano le notazioni seguenti:

Q = modulo o portata media;
m_0 = portata minima assoluta;
m = portata sotto la quale il fiume si abbassa per 10 giorni all'anno, dall'A. chiamata portata caratteristica di magra [1].
M_0 = portata massima assoluta;
M = portata massima caratteristica, in senso analogo a m;
S = portata semi permanente, cioè che viene oltrepassata per metà anno [1].

L'A. stabilisce anzitutto quella che si chiama *curva di regime*, (cioè la linea che ha per ordinate le portate che si verificano durante l'anno poste in ordine crescente e per corrispondenti ascisse i tempi durante i quali la portata si mantiene al disotto delle stesse) e la assimila a una parabola di ordine n; $y = m + k x^n$, k essendo determinato dalla condizione y medio = $Q < l >$.

L'equazione della curva di regime risulta così

$$(1) \qquad \frac{y-m}{Q-m} = n+1 \left(\frac{x}{T}\right)^n$$

essendo n la radice dell'altra equazione $\frac{S-m}{Q-m} = \frac{n+1}{2^n}$. Per $x = T$ la (1) dà un valore di y assai prossimo a M, e la parabola nel suo complesso riproduce abbastanza bene l'andamento reale.

In proposito il Coutagne studiando i fiumi francesi ha fatto osservazioni seguenti:

Nei fiumi a regime prevalentemente glaciale il grado n varia poco di anno in anno; varia però lungo il corso dello stesso fiume, e precisamente diminuisce procedendo da monte a valle, da 4,5 ÷ 5 a 2 ÷ 3. La curva definita analiticamente resta generalmente al disotto delle scale nel tratto da 0 a $\frac{T}{2}$ cioè finchè vien raggiunta la portata semi permanente.

I fiumi a regime prevalentemente fluviale sono caratterizzati da esponenti n piuttosto bassi, in generale intorno a 2,5, e variabili al contrario dei precedenti, molto sensibilmente colla *piovosità* dell'anno: n è tanto più grande quanto meno piovoso è l'anno.

In base a questi risultati, il Coutagne assume come elementi caratteristici del regime di un corso d'acqua i seguenti:

1) Il modulo Q;

2) la portata minima caratteristica m;

3) l'esponente n della curva di regime: detto dal Coutagne *grado di irregolarità* del corso d'acqua; n è infatti tanto più grande quanto più il corso d'acqua si avvicina al regime torrentizio.

Con questi 3 elementi che l'A. analizza quantitativamente per i fiumi francesi, resta definita la curva di regime e quindi sono determinabili tutti gli altri elementi del corso d'acqua, è inoltre possibile fare uno studio preventivo di massima regolazione e derivazione, in attesa che una serie esauriente di osservazioni ne permetta uno più esatto e completo.

In particolare l'A. esamina le applicazioni relative a derivazioni industriali. A ogni derivazione massima X corrisponde una portata media Y che è l'ordinata media dell'area risultante dalla limitazione del diagramma di regime con la retta $y = X$. Mediante l'equazione (1) della curva di regime si determina la $Y = f\ (X)$ alla quale l'A. sostituisce con buona approssimazione una parabola di secondo grado.

Valendosi di questa il Coutagne determina la capacità del serbatoio necessario per poter regolarizzare la portata media Q o altra portata prefissata. Così se a un dato X corrisponde una derivazione media Y la quantità d'acqua eccedente sarà $(Q - Y)$ $86\,400 \times 365 = V$ che, ammettendo in generale che per la successione delle magre e delle piene il serbatoio si riempia K volte in un anno, darà in $\frac{V}{K}$ i milioni di mc necessari per la regolazione. E analogamente per i problemi inversi.

Riassumendo i propri studi l'A. ha costituito degli abachi generali che si riportano qui, per gli eventuali studi paralleli su corsi d'acqua italiani.

Il diagramma (fig. 1) dà le curve di regime in base all'equazione (1) e per $n = 0; 0{,}5;\ 1; 1{,}5;\ 2; 2{,}5;\ 3; 4{,}5$; prendendo come ordinate e ascisse i rapporti

$$\frac{y-m}{Q-m} = y' \qquad e \qquad \frac{x}{T} = x'$$

Il diagramma (fig. 2) dà la parabola $Y = f\ (X)$ delle portate industriali prendendo come ascisse e ordinate i rapporti

$$Y' = \frac{Y-m}{Q-m} \qquad e \quad X' = \frac{X-m}{Q-m}$$

e per $n = 1;\ 2;\ 3;\ 4;\ 5$, completato poi con il fascio di rette di uguale utilizzazione $Z = \frac{Y}{X}$ uscenti da un punto O' di ascissa $-\frac{m}{Q-m}$.

Per mostrare l'uso degli abachi, si riporta il seguente esempio. Un corso d'acqua ha le caratteristiche $n = 3$, $Q = 40$ m³/secondo, $m = 10$ m³/sec. Quale portata occorre derivare per ottenere un coefficiente di utilizzazione 0,7?

Si ha $\frac{m}{Q-m} = 0{,}33$. Per l'origine O'' così determinata si traccia la parallela alla retta corrispondente a $Z = 0{,}7$ e il punto di intersezione A con la curva $n = 3$ ha per coordinate $X' = 0{,}97$; $Y' = 0{,}58$.

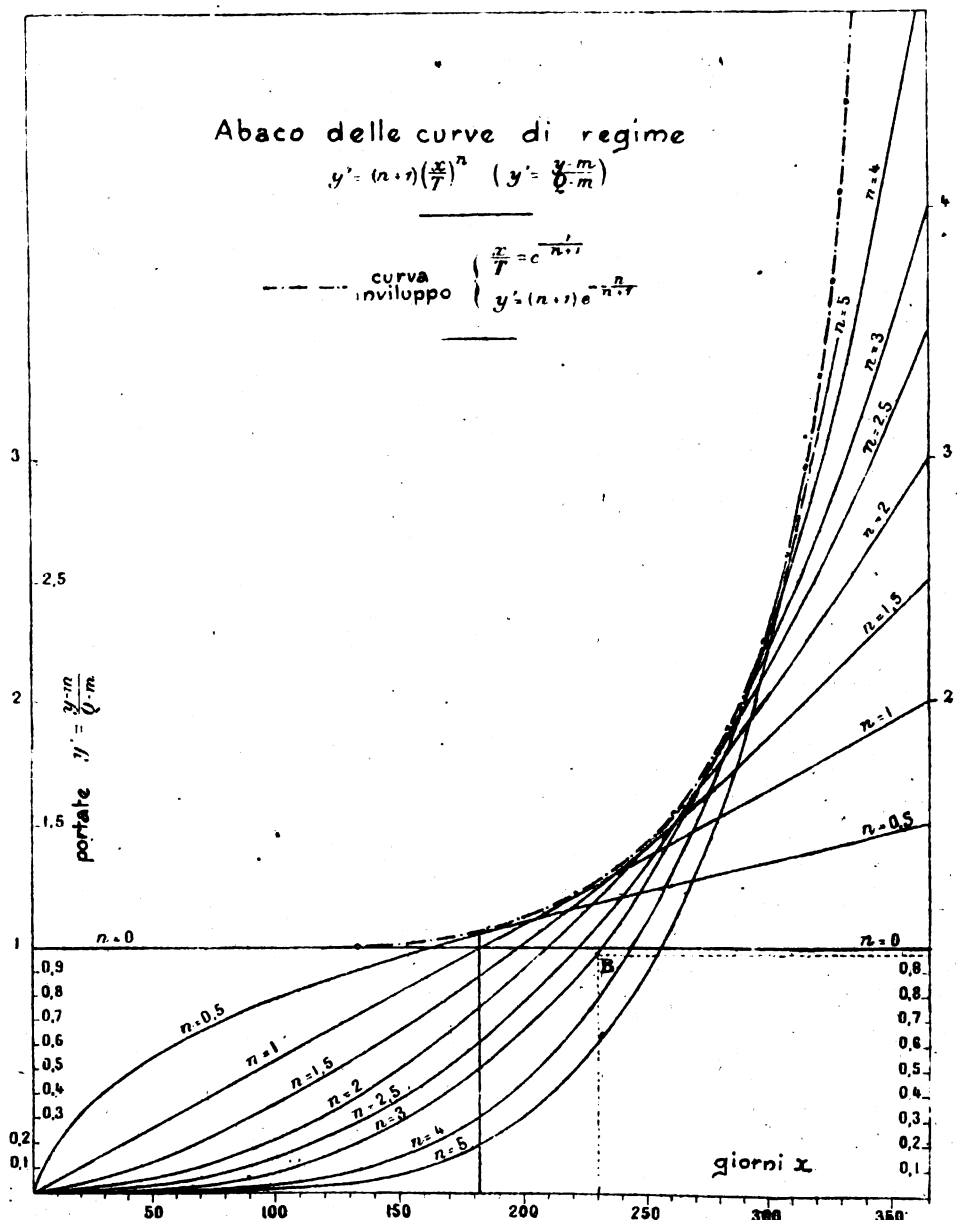



Fig. 1.

Si avranno dunque i valori richiesti di X e Y.

$$X = m + 0{,}97\ (Q - m) = 39{,}1$$
$$Y = m + 0{,}58\ (Q - m) = 27{,}4$$

[1] L'A assume poi praticamente m = portata media delle 30 più piccole portate giornaliere, e analogamente per M. La cosa sembra abbastanza arbitraria, e sarebbe più logica prendere la media delle 20 portate più piccole.

Riportandoci ora al diagramma delle curve di regime, il punto di intersezione della retta $y' = 0,97$ con la curva $n = 3$ ha per ascissa

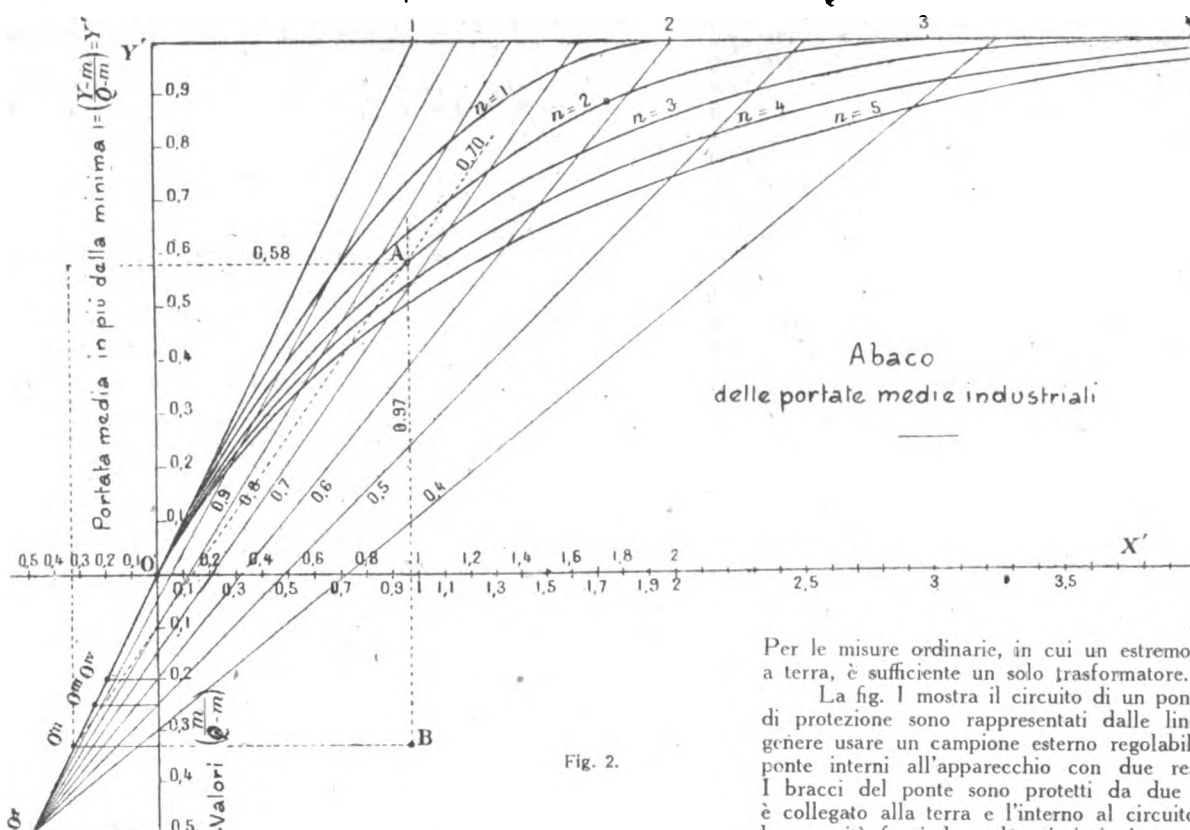



Fig. 2.

$x = 230$. La portata massima derivata sarà dunque oltrepassata durante $365 - 230 = 135$ giorni.

Il tentativo è senza dubbio molto interessante e sotto certi rispetti abbastanza soddisfacente, ma sarà prudente in ogni caso diffidare di questi eccessi di traduzioni analitiche.

I fenomeni idraulico-fluviali sono fra quelli che meno si adattano ad essere rappresentati da formule ed ogni abbandono del campo puramente sperimentale, oltre ad ingenerare facili illusioni ed errori, può spesso ovviare dalla interpretazione fisica del fenomeno reale.

(c. s.)

* *

MISURE: METODI ED ISTRUMENTI.

C. ENGLUND — **Misure ad alta frequenza**. (Proc. I. R. E., vol. VIII, n. 4, agosto 1920, pag. 326).

L'A. si riferisce principalmente ai metodi usati nei laboratorii della Western Electric Company, accennando che, da tre anni circa, tutte le misure ad alta frequenza sono state eseguite in quei laboratorii mediante speciali ponti per correnti alternate. L'approssimazione di questo sistema può essere grandissima e l'unica limitazione è data dalla incertezza con cui sono noti i valori delle grandezze campioni.

Paragonando i metodi di compensazione con quelli voltometrici e amperometrici, l'A. mette in rilievo che i primi sono molto più precisi dei secondi, poichè con questi ultimi commetteremo sempre un errore di lettura, che per l'occhio normale è di circa il 0,5%. I metodi di compensazione non sono in ultima analisi che metodi potenziometrici, e poichè per le correnti alternate non si dispone di campioni di corrente o di f. e. m., come per le correnti continue, è logico sostituire alla f. e. m. di compensazione la caduta di tensione attraverso a una impedenza nota; abbiamo allora il ponte per correnti alternate. Nello stesso tempo riduciamo la compensazione a una delle costanti invariabili del circuito e si può avere il vantaggio di essere indipendenti dalle variazioni di corrente, cui vanno soggetti tutti i generatori ad alta frequenza, e di non avere disturbi provocati da armoniche, come pure di poter operare con correnti debolissime, tali da non poter essere rivelate neanche da una coppia termoelettrica.

Si potrebbe supporre che alle alte frequenze le misure col ponte fossero molto difficili, mentre in realtà non offrono difficoltà maggiori di quelle eseguite a frequenze acustiche. Solo quando si raggiunge la frequenza di 1 000 000 si verificano facilmente disturbi dovuti a induzioni reciproche fra le varie parti del circuito. Questo inconveniente può essere parzialmente eliminato con appositi accorgimenti, ma la protezione contro l'induzione elettromagnetica si è dimostrata inefficace, laddove, per l'induzione elettrostatica, si è dimostrato conveniente l'uso di schermi costituiti da fogli di piombo.

Riguardo ai particolari di uso e di costruzione, l'A. dice che è necessario che il generatore e il ricevitore siano collegati alla terra nello stesso modo, oppure completamente racchiusi entro uno schermo collegato a terra. Nel caso più frequente di ricevitori e generatori a valvola, se l'estremità negativa del filamento è a terra, non è di solito necessaria alcuna protezione. L'induttanza del generatore conviene sia costruita con un avvolgimento su un anello di legno e l'avvolgimento deve essere fatto molto accuratamente per evitare dispersioni magnetiche, inoltre deve essere sezionato in modo da poter connettere in serie o in parallelo le diverse parti di esso per variare la frequenza. Quando per il carattere della misura da eseguire non sia possibile collegare con la terra nessuno degli estremi del ponte, è necessario usare due trasformatori, uno di entrata e uno di uscita. Per le misure ordinarie, in cui un estremo del ponte può essere messo a terra, è sufficiente un solo trasformatore.

La fig. 1 mostra il circuito di un ponte di questo tipo, gli schermi di protezione sono rappresentati dalle linee tratteggiate. Conviene in genere usare un campione esterno regolabile, formando i due rami del ponte interni all'apparecchio con due resistenze antiinduttive eguali. I bracci del ponte sono protetti da due schermi, dei quali l'esterno è collegato alla terra e l'interno al circuito del ponte, in questo modo la capacità fra i due schermi si riunisce a quella del generatore e non ha quindi influenza sulla compensazione. Anche il trasformatore è doppiamente protetto e la capacità distribuita fra primario del trasformatore e schermo non ha alcuna influenza sulla compensazione, poichè

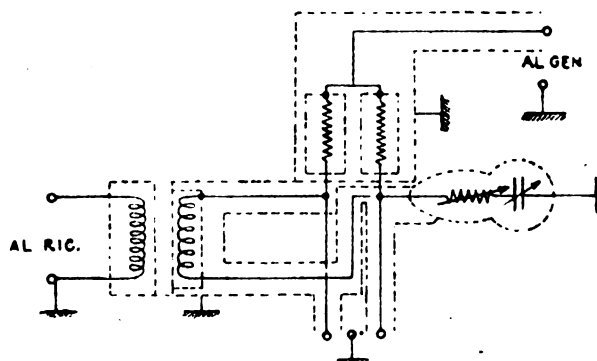



Fig. 1.

questa implica che tutte le parti del primario e dello schermo interno siano allo stesso potenziale. La capacità fra schermo interno ed esterno si riscontra in realtà fra i punti B - C e per ottenere la compensazione iniziale è necessario inserire fra i punti C - D un condensatore (indicato a destra in figura) con una debole resistenza variabile in serie oppure con una elevata resistenza in derivazione; ciò non è necessario quando si tratti di misurare impedenze di piccolo valore.

Per verificare la compensazione viene impiegato un telefono ed è necessario avere anche un generatore ausiliario per la produzione dei battimenti. I migliori risultati si ottengono quando oltre al ricevitore vi sia anche un amplificatore; è conveniente però che questi non dia un amplificazione molto grande. Un ricevitore ad autoeterodina può essere usato, ma in generale conviene lasciare separate le due funzioni di rivelatore e di generatore ausiliario. Per le frequenze da 5000 a 15 000 col metodo dei battimenti si hanno in generale disturbi nel telefono ricevitore dovuti alle armoniche, e poichè molti operatori hanno l'orecchio sensibile anche a frequenze elevatissime è possibile far la misura diretta senza battimenti fino a 10 000 per. usando appositi ricevitori telefonici. Al di sopra di codesta frequenza si usa sempre il metodo dei battimenti.

L'approssimazione di questo metodo si può ritenere sia di 1 a 10 000, approssimazione che tuttavia non può essere raggiunta a causa della imperfetta conoscenza dei valori delle grandezze dei campioni, come è stato detto precedentemente. Le misure di frequenza vengono effettuate compensando una induttanza nota, di trascurabile capacità

distribuita, mediante un condensatore campione rispetto alle resistenze del ponte. Le misure di capacità sono eseguite sintonizzando la capacità incognita con una induttanza variabile e quindi sostituendo a questa capacità un condensatore campione e sintonizzando di nuovo. La capacità distribuita delle bobine viene misurata compensando successivamente la bobina con due valori C_1 e C_2 di un condensatore campione e quindi a due frequenze diverse; questa capacità distribuita è allora data dalla formula

$$C_0 = \frac{C_1 - \frac{\omega_2^2}{\omega_1^2} C_2}{\frac{\omega_2^2}{\omega_1^2} - 1}$$

Le misure assolute di frequenza possono essere effettuate colmando l'intervallo fra la frequenza acustica e la frequenza R. T. mediante un oscillatore con pronunciate armoniche di ordine superiore.

C. Mt.

★

K. WOLFF — **Un nuovo frequenzimetro per correnti deboli di frequenza acustica.** (Jahrb. d. drahtl. Tel. vol. XV, 1920, fasc. 4, pagina 321).

La comparsa dell'istrumento dovrebbe colmare una lacuna, che finora è esistita nella pratica delle frequenze acustiche, giacchè i frequenzimetri a lamina vibrante non sono atti per misura di correnti debolissime, e la ruota fonica od il disco stroboscopico, per simili misure non sono passati dal gabinetto sperimentale alla diffusione pratica.

L'apparato agisce per compensazione, e la fig. 1 ne mostra lo schema. Esso comprende un circuito primario L_1 C ed un secondario C T L_3 L_2, accoppiati fra loro non solo elettrostaticamente sul condensatore, ma anche induttivamente fra le bobine L_1 da una parte, ed $L_2 + L_3 = 2 L_2$ dall'altra. La L_2 è ruotabile intorno al proprio asse di 180° ed uguale ad L_3, sicchè il coefficiente di induzione mutua varia da zero a un massimo per effetto di codesta rotazione. (Se tutta

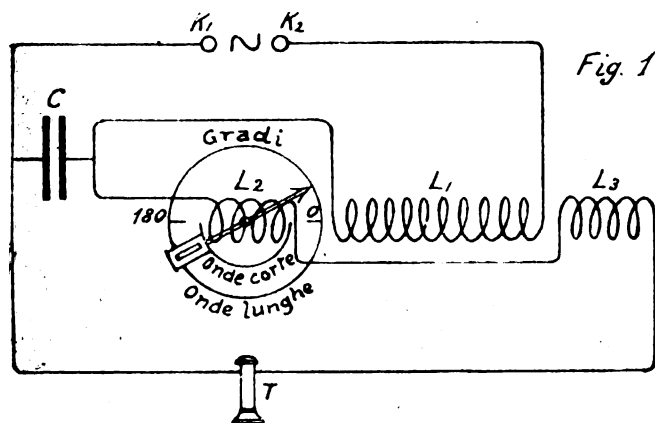



Fig. 1.

l'induttanza secondaria fosse sul rocchetto mobile la variazione si avrebbe su soli 90°). Per i morsetti K_1 e K_2 entra nel primario la corrente I di cui si vuol misurare la frequenza. Se essa è sinoidale la tensione da essa prodotta sul condensatore è $V_c = \frac{I}{\omega C}$ e quella indotta nel secondario $V_1 = \omega M I$. Se nel telefono il suono si è ridotto a zero $V_c = V_1$ cioè $\omega = \frac{1}{\sqrt{MC}}$; si può quindi ottenere questa condizione per una qualsiasi frequenza, nei limiti delle dimensioni dell'apparato, variando opportunamente M col ruotare L_2.

Nella sua realizzazione pratica lo strumento viene costruito dalla ditta Seibt di Berlino in vari tipi. Il tipo II estende la misura da 450 a 1200 periodi in due portate (450 ÷ 850 e 700 ÷ 1200). All'asse del variometro è attaccato un indice a sfinestratura e linea di fede, che scorre contemporaneamente sulle due graduazioni. Un controindice permette anche di fare la lettura in gradi e di usare poscia una annessa curva di taratura.

Particolare cura è stata rivolta alla costruzione del condensatore; esso è di foglietti di mica argentati chimicamente sulle due faccie, e poscia, per conseguire una migliore conduzione, ramati elettroliticamente. I collegamenti fra i vari elementi di armatura sono costituiti da lamine di stagnola. Il condensatore è costante, insensibile a scosse, pressione e temperatura.

La riduzione a minimo (zero) è assai precisa e netta se la corrente è sinusoidale. Ciò non si verifica per correnti di altra forma, però i costruttori hanno munito l'apparato di un monotelefono fortemente selettivo e regolabile. Esso viene sintonizzato alla nota musicale da misurare, prima della riduzione allo zero, e segna quindi più nitidamente il minimo.

Se vi sono delle armoniche si ha un riscontro della buona regolazione sul minimo, perchè con lo sparire dell'onda fondamentale le armoniche superiori si accusano più nette.

F. Li.

★

PERRY A. BORDEN — **La misura della massima richiesta e la determinazione del fattore di carico.** (Am. I. E. E., ottobre 1920, pag. 875).

In una prima parte l'A. esamina quale sia la grandezza elettrica che più convenientemente dovrebbe misurarsi per determinare la massima richiesta di un utente: se i Watt, i voltampere, gli ampere, gli amperquadrati, o le perdite totali, esprimibili come funzione della tensione E e della corrente I della forma $KE^m + RI^n$. Egli riferisce anche di esperienze eseguite su linee e resti artificiali, per determinare appunto la variazione delle perdite in funzione del carico, e conclude esprimendo l'opinione che la potenza apparente, ossia i Voltampère, meglio di ogni altra grandezza potrebbe dare l'idea della massima richiesta a scopo di tariffícazione (1).

Nella seconda parte l'A. passa in rassegna critica gli strumenti di cui si dispone oggi per la misura della massima richiesta. Gli ordinari wattometri registratori non sono i più indicati in caso di carichi rapidamente ed irregolarmente variabili. Il diverso tipo costruttivo ed il diverso grado di smorzamento fanno sì, che, con uno stesso carico, si abbiano talora diagrammi conducenti a diverse valutazioni della massima richiesta, tanto se si considera il massimo assoluto, quanto se si voglia tener conto, come d'ordinario, di un « medio massimo » ossia del carico medio avutosi nel periodo di tempo (di lunghezza prefissata) di maggior carico. Gli strumenti speciali si possono dividere in due categorie: 1) quelli che appunto integrano il carico per un determinato periodo di tempo; 2) gli indicatori di massimo ad azione ritardata che danno quindi delle indicazioni dipendenti, in modo più o meno complesso, dalla legge di variazione del carico. Fra i primi, oltre gli ordinarii wattometri registratori di cui già si è detto, vanno annoverati:

a) gli apparecchi che registrano graficamente l'energia consumata nei successivi periodi di tempo di ampiezza determinata, cosicchè permettono di sapere quando si è avuto il periodo di maggior carico, e quale è stato il carico medio in tale periodo. L'inconveniente di questo procedimento (che l'A. indica come « principio di Merz ») è che i successivi periodi di tempo essendo determinati da un orologio, senza alcuna relazione all'andamento reale del carico, si possono avere dei risultati completamente erronei, tanto più, quanto più lunghi sono i successivi periodi di tempo considerati. Così, se il periodo reale di massimo carico, compreso fra due periodi di carico minimo, capita a cavallo di due periodi di funzionamento dell'apparecchio, la registrazione risulterà assai minore del giusto. In generale, due o più apparecchi identici inseriti nello stesso circuito, ma coi meccanismi di orologeria non in sincronismo, daranno indicazioni affatto diverse.

b) gli strumenti che alla fine di ciascun periodo di tempo di ugual durata, registrano l'indicazione attuale di un ordinario contatore. Si ha così ancora, per differenza fra i due successivi valori registrati, l'energia consumata, e quindi il carico medio nel periodo di tempo considerato. Essendo sostanzialmente basati sullo stesso principio dei precedenti, cadono evidentemente negli stessi inconvenienti.

c) gli strumenti che, su una striscia di carta a velocità costante, fanno un segno ogni qualvolta sia stata consumata una fissata quantità di energia. Nei periodi di maggior carico i segni risulteranno più fitti, cosicchè si potrà determinare sempre qual'è stato il periodo effettivo di maggior consumo.

L'A. descrive brevemente alcuni apparecchi di ogni tipo, tutti di origine americana, salvo il contatore Siemens con indicatore di massima (tipo a), assai noto anche nelle nostre reti.

Fra i secondi, si possono annoverare:

a) gli apparecchi in cui la velocità di spostamento dell'indice è proporzionale al carico. Il tipo costruito dalla Westinghouse consta di un wattometro e di un contatore ad induzione, azionati dallo stesso sistema elettro-magnetico. L'indice del Wattmetro non può seguire immediatamente le variazioni del carico, perchè il suo movimento è regolato da un meccanismo di scappamento, controllato a sua volta dal contatore. Per ciò l'indice tende sempre a indicare il carico attuale, ma può solo avvicinarsi ad esso, progressivamente, con velocità proporzionale al carico. In caso di carico costante l'indice raggiungerà il valore corrispondente in un tempo inversamente proporzionale a detto carico.

b) gli apparecchi in cui la velocità di spostamento dell'indice decresce col tempo. Appartengono a tale categoria gli indicatori di massima termici, come i noti amperometri Wright ed i consimili wattmetri (2). Il moto dell'indice (l'innalzamento del liquido nel tubo indicatore) segue una legge logaritmica, raggiungendo il valore finale (in caso di carico costante) in un tempo teoricamente infinito.

L'A. si è proposto di studiare sperimentalmente il comportamento dei diversi tipi di apparecchi in diverse condizioni di carico. Perciò predispose su un leggero quadro portatile 4 indicatori wattmetrici termici, 4 contatori Siemens con indicatore di massimo, e 4 apparecchi Westinghouse del tipo sopraricordato sotto 2-a. I quattro apparecchi Siemens e Westinghouse erano regolati per periodi di tempo rispettivamente di 10, 20, 30 e 60 minuti, mentre i termici erano così

(1) Ricordiamo che tale opinione fu ripetutamente espressa, già molti anni or sono dall'Ing. G. Semenza. (*N. d. R.*)

(2) Da noi l'Ing. Arcioni descrisse e costruì parecchi anni or sono un wattmetro di massima termico che è stato ingiustamente dimenticato. (*N. d. R.*)

costruiti da raggiungere, con carico costante, il 90% dell'indicazione finale, rispettivamente in 10, 15, 30 e 40 minuti.

Come strumenti campioni, si montarono sullo stesso quadro: un ordinario wattometro registratore ed uno speciale strumento studiato dall'autore che risolve in modo razionale e generale il problema di determinare il massimo medio in un intervallo di tempo *qualsiasi* di

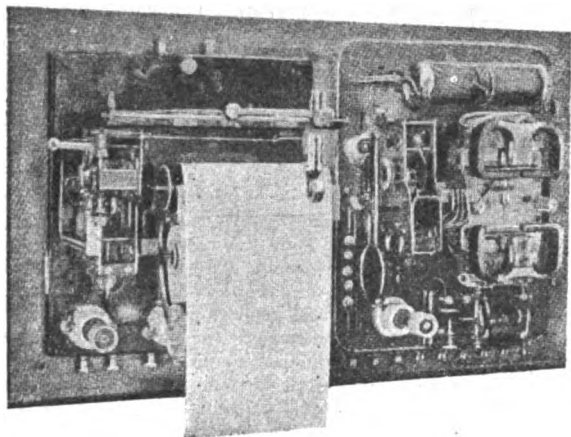



Fig. 1.

10 *n* minuti consecutivi (essendo *n* un numero intero qualunque). Tale apparecchio, rappresentato in fig. 1, è basato sullo schema della fig. 2. Esso è sostanzialmente un ordinario registratore a carta continua, nel quale la carta si svolge con velocità proporzionale al carico, essendo il tamburo comandato da un contatore. La penna si muove invece con velocità costante, comandata da un meccanismo di orologeria, e compie l'intera corsa in 10 minuti, trascorsi i quali è ricondotta rapidamente a zero da un elettromagnete comandato da un contatto portato dallo stesso orologio. In tal modo si ottiene un diagramma del tipo che appare dalla fig. 2. L'inclinazione della linea tracciata dalla penna è in ogni istante proporzionale al carico, e la distanza, misurata verticalmente, fra i punti di due curve successive, dà il carico medio nei dieci

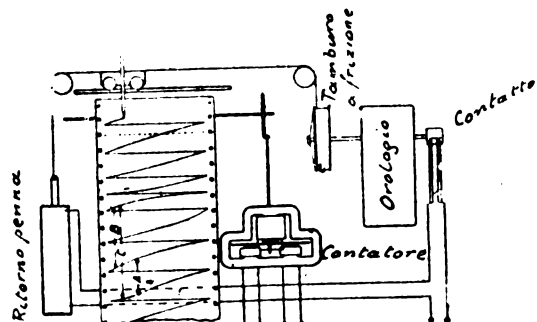



Fig. 2.

minuti corrispondenti. E' quindi facile rintracciare la massima distanza fra due curve successive, e quindi il massimo carico medio nei dieci minuti, qualsiasi, di effettivo maggior carico. Nel caso della fig. 2, *A* dà il carico massimo relativo a 10 minuti, *B* quello relativo a 20' e C quello relativo a 30. (³).

Con tale complesso di apparecchi l'A. eseguì numerose serie di esperienze, installando il quadro portatile successivamente presso industrie di diverso carattere. Dalle letture dai diagrammi rilevati (di cui riporta alcune riproduzioni) l'A. trae le seguenti conclusioni:

1. La grandezza meglio indicata per la valutazione della massima richiesta, è la potenza apparente.

2. Gli ordinari strumenti registratori conducono frequentemente a risultati erronei.

3. Le indicazioni degli apparecchi di massima a tempo determinato (classe 1) possono essere singolarmente assai lontane dal vero; ma in un lungo periodo di tempo finiscono col dare mediamente un risultato assai attendibile.

4. Le indicazioni degli apparecchi termici (a legge logaritmica) sono, individualmente, le più vicine al vero.

(³) Da molti anni la Ditta C. G. S. ha messo in commercio un apparecchio, che rientra nella categoria sopra indicata con *l* a), il quale dà graficamente il carico medio nei successivi periodi di durata determinata. In esso la velocità della carta è costante; la penna si sposta invece con velocità proporzionale al carico ed è ricondotta rapidamente allo zero allo spirare del periodo considerato. Risulta un diagramma costituito da una serie di punte, la cui altezza è proporzionale al carico medio di ogni periodo. Naturalmente un tale apparecchio cade nell'inconveniente sopra indicato, di non essere selettivo, perchè i successivi periodi sono determinati da un orologio, e possono non corrispondere ai cicli di variazione del carico. L'A., con una semplice inversione di parti, ha potuto invece risolvere il problema in modo completo. (*N. d. R.*).

* *

MATERIALI.

T. D. YENSEN — **Le proprietà magnetiche ed elettriche delle leghe di ferro e nichel.** (Journal A. I. E. E., aprile 1920, n. 4, vol. XXXIX, pag. 396).

La ricerca fu intrapresa per accertare, se le leghe di ferro e nichel fossero suscettibili di dare per la magnetizzazione di saturazione valori più elevati di quelli ottenibili col ferro puro. E' noto infatti che ciò si può ottenere con leghe di ferro e cobalto ed in ispecie con la lega $Fe^2 Co$, per la quale l'aumento della magnetizzazione di saturazione è del 10 ÷ 13%. L'A. ha preparato una serie ricchissima di leghe di ferro e nichel con percentuali progressivamente variate fra 0 e 100%. Le leghe ottenute con i soli componenti *Fe* e *Ni* allo stato purissimo non sono fucinabili, perciò, quando si è voluta conseguire tale proprietà, è stato necessario aggiungere piccole dosi di altri elementi come *Mn* o *Ti*.

I risultati della ricerca sono riassunti e resi perspicui da un gran numero di diagrammi, nei quali tutti è presa come ascissa la percentuale di nichel, e spesso questa ascissa è misurata con una scala più ampia nel tratto fra 0 e 10% di nichel, che si considera più interessante.

Nella fig. 1 sono riportati i valori della induzione nel punto di massima permeabilità e il corrispondente valore di quest'ultima. Altre

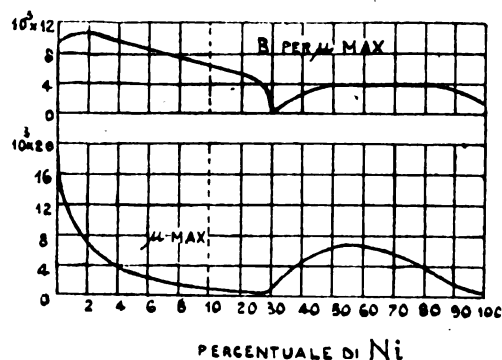



Fig. 1.

curve dimostrano come per valori di campo relativamente assai più intensi di quelli per cui si ha μ max (ossia fra 100 e 400), la permeabilità delle leghe con 6 a 8% di *Ni* sia alquanto superiore a quella del ferro puro, ma questo vantaggio è annullato nei riguardi delle applicazioni tecniche dal forte aumento della perdita per isteresi. (fig. 2).

In quanto alla magnetizzazione di saturazione la fig. 3 dimostra come l'aggiunta del *Ni* al *Fe* non dia luogo in alcun caso ad un au-

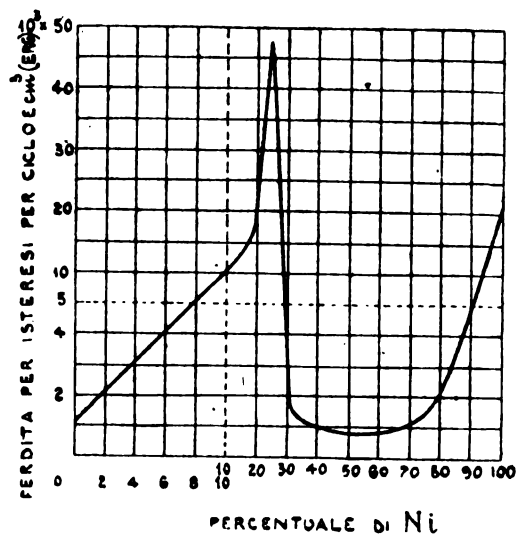



Fig. 2.

mento, a differenza di quanto avviene per il *Co*. Tutti i diagrammi rivelano una grande diminuzione delle proprietà magnetiche per valori della percentuale di *Ni* intorno al 30%.

Le leghe che contengono da 35 a 70% di *Ni* presentano permeabilità elevata per valori bassi e medi dell'induzione ed anche moderate perdite per isteresi. La permeabilità più elevata in questo intervallo si ha per le leghe intorno al 50%. Le leghe fra 30 o 50% di *Ni* sono caratterizzate dall'andamento quasi rettilineo al diagramma $B = fz\ (H)$ dall'origine fino a valori di *B* fra 2000 e 4000 gauss; esse presentano anche debole magnetismo residuo e piccolo campo

coercitivo. L'insieme di queste proprietà può riuscire prezioso in alcuni tipi di apparecchi di misura.

La seconda parte della ricerca istituita dall'A. sulle leghe di *Fe-Ni* riguarda i punti di trasformazione elettrica e magnetica in rapporto al trattamento termico.

Esperienze precedenti avevano dimostrato esistere a basse temperature punti di trasformazione non reversibili per leghe con 25 a 35% di *Ni*. Ciò è confermato dalle prove dell'A., in quanto una lega al 30% di *Ni* ha presentato un aumento del valore di saturazione $4 \pi I_s$ da 2500 a 17 800 gauss e una diminuzione della resistività da 81 a $32 \mu \Omega$ per cm² in seguito a raffreddamento nell'aria liquida e successivo riscaldamento fino alla temperatura ambiente. La trasformazione

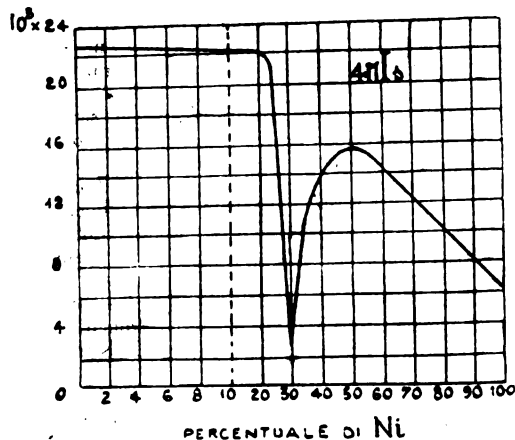



Fig. 3.

irreversibile produce tuttavia per bassi valori dell'induzione una diminuzione di permeabilità ed un enorme aumento nella perdita per isteresi. Con percentuali diverse (per es. 15, 35 e 50%) e con il medesimo trattamento termico, non si è avuto alcun mutamento nelle proprietà elettriche e magnetiche.

Se con il trattamento termico si provvede a realizzare la completa trasformazione dallo stato austenitico allo stato α, i diagrammi delle varie proprietà in funzione della composizione presentano tutti una singolarità ben accentuata in corrispondenza della lega al 34,5% di *Ni*, la quale a sua volta equivale al composto $Fe^2 Ni$, di cui risulta così provata l'esistenza.

* *

RADIOTELEGRAFIA E RADIOTELEFONIA.

E. RÜCKARD — **Una valvola a tre elettrodi per bassa tensione anodica.** (Jahrb. Drahtl Tel., gennaio 1920, vol. XV, n. 1, pag. 27).

In questa valvola, di cui l'idea originale è dovuta al Wien, il filamento (catodo) di wolframio è teso fra due lamine piane e parallele, distanti fra loro circa 2 mm, e di cui l'una funziona da anodo,

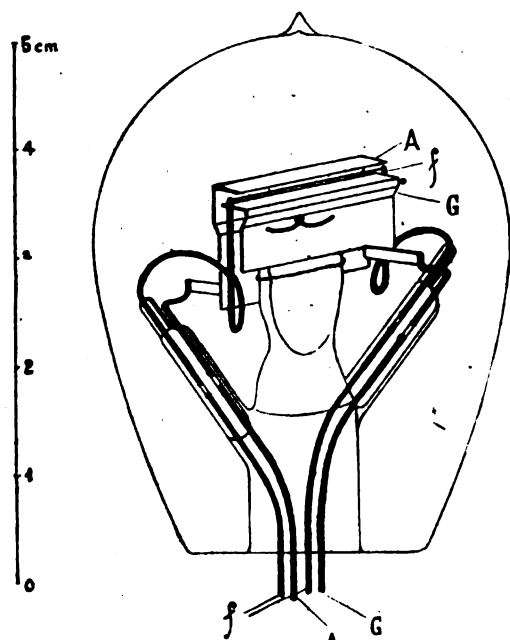



Fig. 1.

l'altra da elettrodo di regolazione, e si continuerà a chiamarla griglia, sebbene nè per la posizione nè per la forma corrisponda alla griglia delle valvole comuni. E' infatti caratteristica in questa valvola la posizione della griglia all'esterno del circuito catodo-anodo.

La forma definitiva della valvola si rileva dalla Fig. 1. I due elettrodi freddi (anodo e griglia) sono ripiegati ad angolo retto e fissati ad un sopporto centrale di vetro. Il filamento incandescente (catodo) è affidato a due fili di rame con anima d'acciaio, i quali per effetto della loro elasticità, lo mantengono teso anche quando si dilata a causa del passaggio di corrente. Si è infatti dimostrato necessario che il filamento risulti quanto più è possibile vicino alla griglia e sia evitato nello stesso tempo ogni pericolo di contatto fra questa e quello.

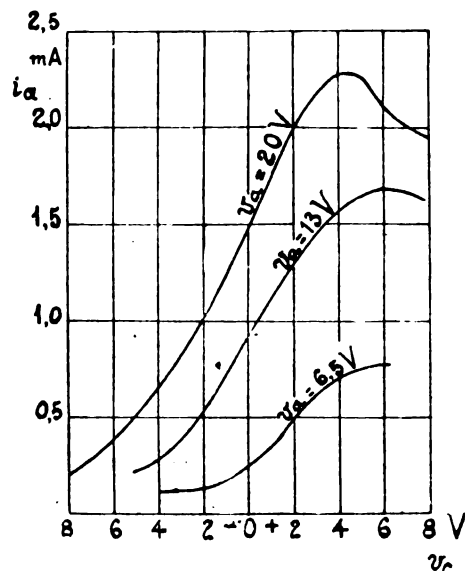



Fig. 2.

Nella fig. 2 sono riportate le solite caratteristiche della corrente anodica i_a in funzione della tensione di controllo o di griglia v_c per alcuni valori della tensione anodica v_a.

L'A. si serve dei parametri:

$S = \frac{\partial i_a}{\partial v_c}$ (per un dato valore di v_a), che caratterizza la pendenza delle curve in figura, e si misura in mho;

$R_i = \frac{\partial v_a}{\partial i_a}$ (per un dato valore di v_c), che caratterizza la resistenza interna della valvola rispetto al circuito anodo-catodo, nel caso di piccole variazioni di corrente;

$G_r = S^2 \cdot R_i$ che caratterizzerebbe, secondo l'A., la bontà di una valvola;

$D = \frac{\partial v_a}{\partial v_c}$ (per un dato valore di i_a) che è quella che taluni chiamano amplificazione (¹).

Questi parametri sono evidentemente legati dalla relazione: $S \cdot R_i = D$ e $G_r = S^2 \cdot R_i = S \cdot D$. Nella tabella seguente sono riportati i valori delle grandezze ora definite per la valvola di cui la fig. 2 mostra le caratteristiche, valori riferiti alla condizione di funzionamento con $v_a = 13\ V$, $v_c = -4\ V$ e $i_a = 0{,}27\ mA$. Il rapporto fra la corrente anodica massima in milliampere e la potenza in watt consumata nel filamento, è riportata per indicare a qual grado di incandescenza è stata cimentata la valvola durante la prova.

TABELLA I.

mA / watt	S_i mho	R_i ohm	D	G_r mho	
3,2	$1{,}2 \cdot 10^{-4}$	$1 \cdot 6 \cdot 10^{-4}$	52 %	$2 \cdot 3 \cdot 10^{-4}$	Tutte le grandezze riferite a $v_a = 13\ V$, $v_c = -4\ V$.

L'A. confronta questi dati caratteristici con quelli delle valvole ordinarie funzionanti con tensioni anodiche intorno ai 90 V; e li confronta altresì con le previsioni teoriche che egli ha fatto sulla base della legge del Richardson sulla emissione termoionica e di quella del Langmuir sugli effetti della carica spaziale. L'accordo dei risultati sperimentali con tali previsioni teoriche è soddisfacente.

La nuova valvola è stata usata in vari schemi, ed il più semplice è quello dato dalla Fig. 3. Il telefono può essere inserito direttamente nel circuito anodico, purchè sia del tipo ad alta resistenza, con impedenza interna dello stesso ordine di R_i. Il trasformatore di entrata (che agisce sul circuito di griglia) ha il secondario così proporzionato

(¹) Secondo l'equazione di Vallauri:

$i_a = a \cdot v_c + b \cdot v_a + c$, i parametri proposti sono semplicemente $S = a$, $R_i = \frac{1}{b}$, $D = \frac{a}{b}$, $G_r = \frac{a^2}{b}$ (vedi *L'Elettrotecnica*, gennaio 1917, vol. IV, n. 3, pag. 43 e Pubblicazione n. 1 dell'Istituto E e R. T.)

che, senza dover ricorrere ad un numero di spire eccessivo, esso è in risonanza, attraverso la capacità della valvola, per una frequenza intorno a 1000.

Queste valvole furono utilizzate anche in schemi più complessi a due e più amplificazioni successive, di cui la fig. 4 fornisce un esempio. La tensione di griglia viene di solito data mediante una apposita pila, che può anche essere sostituita con il noto artifizio della capacità con dispersione (²), sebbene in questo caso la sensibilità del dispositivo risulti temporaneamente soppressa quando le variazioni di tensione di griglia raggiungono accidentalmente ampiezza eccessiva.

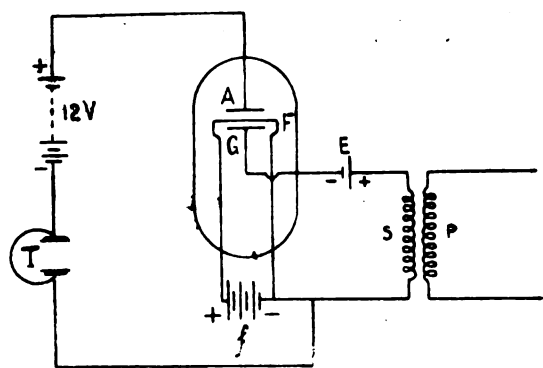



Fig. 3.

Con questi dispositivi fu possibile ottenere rapporti di amplificazione perfettamente paragonabili a quelli ottenuti con le valvole ordinarie a tensione anodica più elevata. Tale risultato, che contrasta a prima vista col minor potere amplificatore proprio delle valvole a bassa tensione, è spiegato dall'A. col fatto che queste ultime permettono di realizzare la condizione di risonanza dei circuiti sulle capacità interne delle valvole per una frequenza che è dell'ordine di grandezza delle frequenze acustiche da amplificare, laddove con le valvole ordinarie la frequenza propria dei circuiti è di solito assai più elevata.

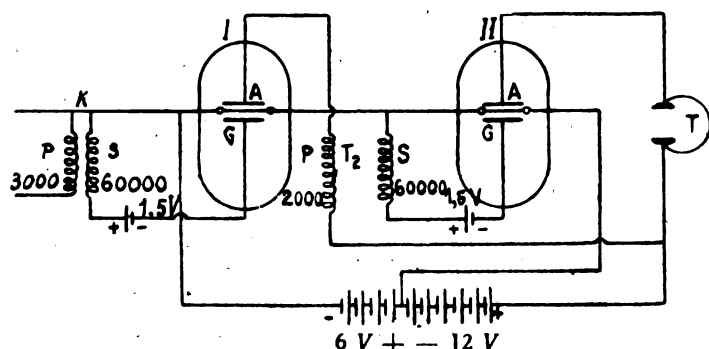



Fig. 4.

F. Li.

* *

TRAZIONE E PROPULSIONE.

Lo stato attuale della trazione elettrica ferroviaria nel mondo. (E. R. J., vol. LVII, n. 1, 1 gennaio 1921).

L'articolo non ha la pretesa di dare una statistica esatta dei vari impianti, ma solo di mostrare quanto è stato fatto fin quì, e quali siano i propositi per il futuro nei varii paesi. Le notizie sull'Italia infatti non sono completamente esatte.

INGHILTERRA E COLONIE.

Sono state elettrificate a tutt'oggi in Inghilterra 13 linee, oltre la rete sotterranea di Londra costruita direttamente a trazione elettrica.

Le principali elettrificazioni si trovano nella zona suburbana della capitale, dove il nuovo sistema offriva il doppio vantaggio di permettere un ulteriore sviluppo del movimento passeggeri già arrivato a saturazione coll'esercizio a vapore e di eliminare il fumo nell'interno della città.

Le prime linee elettrificate furono quelle della « Metropolitan District » e della « Metropolitan Railways » sulle quali l'esercizio a trazione elettrica ebbe inizio nel 1905. Venne impiegata corrente continua a 600 Volt, con linea di contatto a terza rotaia e ritorno di corrente attraverso una quarta rotaia isolata dal suolo. Un sistema di segnalazioni automatiche, combinato con un dispositivo di arresto automatico dei treni, permette di far seguire questi a meno di 2 minuti di intervallo. Le linee della prima rete hanno uno sviluppo complessivo di circa 65 Km con circa 130 Km di semplice binario, e quelle della seconda rispettivamente 40 Km e 90 Km. Il materiale mobile è costituito per la prima da 240 automotrici equipaggiate con 2 motori da 200 HP e da altrettanti rimorchi. Di più sono in servizio 6 locomotori a 4 motori da 240 HP per il rimorchio dei treni pesanti in transito.

Sulla rete della « Metropolitan Railway », invece, sono in servizio 160 automotrici a 4 motori da 200 HP e 20 locomotori collo stesso equipaggiamento, per i percorsi più lunghi.

Nel 1909 entrò in esercizio il primo tronco elettrificato della London - Brighton & South Coast, la quale ha attualmente trasformati circa 35 Km di linee con 110 Km di semplice binario. E' impiegata corrente monofase a 6700 Volt e 25 periodi con linea di contatto, naturalmente, aerea. E' questo l'unico esempio di trazione monofase in Inghilterra.

La « London & North Western » iniziò il servizio a trazione elettrica nel 1914 su di un tronco di circa 32 Km costruendo accanto alla linea principale altri due binari elettrificati.

La « Baker Street & Waterloo » che nel 1917 collegò la propria rete con quella della « North - Western » ha attualmente 65 Km elettrificati, con circa 130 Km di semplice binario. Gli equipaggiamenti motori sono identici a quelli delle altre reti ed i treni sono costituiti esclusivamente da automotrici in trazione multipla.

Le più recenti elettrificazioni sulle reti londinesi sono quelle della « London & South Western », dove il primo tronco entrò in servizio nel 1915. A tutt'oggi questa rete ha circa 85 Km elettrificati, con circa 240 Km di semplice binario.

A differenza delle precedenti, il ritorno di corrente si effettua attraverso i binarii di corsa, anzichè per quarta rotaia. Sono in servizio circa 300 automotrici, con equipaggiamenti motori di 100 HP.

Nelle regioni lontane dalla capitale si hanno da registrare solamente due elettrificazioni importanti: quelle della « Lancashire & Yorkshire», e quelle della « North - Eastern ».

Sulla prima l'esercizio elettrico ebbe inizio nel 1904 con corrente continua a 600 Volt e terza rotaia. Nelle elettrificazioni più recenti venne però adottata la tensione di 1200 Volt, sempre con terza rotaia, e sembra che i risultati siano molto soddisfacenti. Nel complesso la Compagnia ha in esercizio circa 100 Km di linee elettrificate, con circa 190 Km di semplice binario. Il servizio è fatto con 200 automotrici da 800 HP ed altrettanti rimorchi.

La « North -Eastern » elettrificò nel 1904 a corrente continua con terza rotaia le linee locali di Newcastle, per una lunghezza di circa 56 Km con 1350 Km di semplice binario; su di esse sono in servizio 70 automotrici da 300 HP ed altrettanti rimorchi.

Nel 1915 elettrificò il tronco Shildon - Newport della lunghezza di circa 30 Km impiegando corrente continua a 1500 Volt e linea di contatto aerea. La linea congiunge la zona mineraria al porto ed il servizio è fatto con locomotori.

I progetti per il futuro sono tuttora incerti: le compagnie non sono ancora sciolte completamente dall'ingerenza governativa del tempo di guerra e, d'altra parte, l'alto costo dei materiali e la scarsezza del denaro contribuiscono a ritardare i lavori.

In generale però tutte le compagnie hanno pronti nuovi progetti. E' adottato di preferenza il sistema a corrente continua ad alta tensione, ed in proposito la Commissione ministeriale si pronunciò a favore della tensione base di 1500 Volt e dei suoi multipli e sottomultipli. Solo la London-Brigton & South Coast mantiene, nel proprio progetto di ulteriori elettrificazioni, il sistema monofase.

Nelle Colonie Inglesi il lavoro più importante è rappresentato dall'elettrificazione, tuttora in corso, della rete ferroviaria suburbana di Melbourne in Australia, di proprietà dello Stato. Il primo tratto entrò in servizio nel 1919 ed a lavori ultimati vi saranno circa 540 Km di linee elettrificate. E' impiegata corrente continua a 1500 Volt con linea di contatto aerea. Il servizio è fatto con treni in trazione multipla.

Altra elettrificazione importante è quella della Galleria di Montreal nel Canadà.

Sono in programma, per il futuro prossimo, l'elettrificazione delle linee Sud Africane, prevista con corrente continua a 3000 Volt, e la costruzione di una ferrovia elettrica di circa 13 Km per la maggior parte in galleria, e con pendenze fino al 30 ‰, attraverso i monti della Nuova Zelanda, per collegare la rete ferroviaria dell'est con quella dell'ovest. E' prevista corrente continua a 1500 Volt con linea di contatto aerea.

FRANCIA.

La questione dell'elettrificazione è oggetto in Francia di larghi studi, da parte dello Stato e delle principali Compagnie ferroviarie, che da essa si ripromettono essenzialmente una notevole economia di carbone.

Un'apposita Commissione venne incaricata dell'esame dei sistemi in esercizio nei vari paesi, per stabilire quale dovesse essere adottato per le linee francesi. Le conclusioni furono per la corrente continua ad alta tensione con linee trifasi di distribuzione ad alta tensione ed a 50 periodi. Queste conclusioni concordarono pienamente con quelle della Commissione Inglese. Secondo notizie di M. Parodi, ingegnere capo dei servizi elettrici nella Compagnia d'Orleans, la Francia pro-

(²) Vedi loc. cit. § 21.

duce solo 1/3 del carbone che consuma. Le ferrovie, che ne consumano oggi ca. 8 000 000 di Tonn all'anno, ne assorbirebbero, fra una diecina d'anni, circa 13 milioni di Tonn e l'elettrificazione progettata di circa 8 200 Km di linee potrebbe far risparmiare più di 2 000 000 di Tonn di carbone all'anno.

Il programma di elettrificazione comprende: per la Compagnia del Midì circa 3000 Km di linee, che rappresentano quasi la totalità della rete, e si dice che la Compagnia abbia già passate ordinazioni per macchinario idraulico e locomotori: per la Compagnia d'Orleans, altri 3000 Km di linee, ed i lavori dovrebbero iniziarsi coll'elettrificazione della stazione di Parigi: per la P. L. M. circa 2200 Km comprese le linee di frontiera per Modane e Ventimiglia.

BELGIO.

Il programma di elettrificazione nel Belgio è ancora oggetto di studi e discussioni fra le Commissioni di tecnici.

Le ragioni in favore dell'elettrificazione sono esposte nella relazione presentata da Sir Philip Dawson noto ingegnere specialista inglese, e membro della Commissione Governativa belga. In essa egli afferma che il servizio ferroviario del Belgio per la limitata estensione della rete e per la natura delle regioni che attraversa, dense di popolazione e ricche di industrie, ha tutti i caratteri di un servizio suburbano, e si presenta quindi nelle migliori condizioni per l'elettrificazione. Avverte però come sia indispensabile predisporre un piano organico completo dei lavori per coodinare alle esigenze dell'esercizio ferroviario lo sviluppo della rete di distribuzione dell'energia.

Secondo una notizia apparsa in un giornale di Bruxelles i lavori dovrebbero svilupparsi in tre tempi:

1) elettrificazione della Bruxelles-Anversa;

2) elettrificazione delle linee del Lussemburgo;

3) elettrificazione delle linee che si irradiano da Bruxelles.

E' prevista corrente continua ad alta tensione, e la scelta è ancora incerta fra i 1500 ed i 3000 Volt.

SPAGNA.

Le ferrovie spagnole si trovano nella necessità di dover impiegare treni molto leggeri in causa della debolezza dei ganci e del materiale rotabile in genere nonchè dell'armamento. Le traversine sono disposte a distanza tale che il carico, ormai bassissimo, di 15 Tonn per asse è appena ammissibile colle rotaie di 40 Kg per m 1.

Dall'elettrificazione, lo Stato si ripromette un aumento della potenzialità delle linee ed, insieme, un risparmio di carbone.

Una delle elettrificazioni più prossime sarà quella della linea delle Pajares, che unisce la costa settentrionale e le miniere di carbone coll'interno. E' una linea di montagna a semplice binario, dello sviluppo di circa 60 Km con pendenza quasi costante del 20 ‰ con curve e contro-curve frequenti e molte gallerie. E' prevista corrente continua a 3000 Volt.

Altro progetto importante è quello della linea Las Arenas - Bilbao che sarà trasformata, probabilmente, con corrente continua a 1500 Volt.

E' probabile che l'alto costo del carbone affretterà anche quì le elettrificazioni, tanto più che la Spagna si trova, finanziariamente, in condizioni più favorevoli degli altri Stati in grazia del cambio alto.

SVIZZERA.

In questo paese l'elettrificazione ferroviaria si presenta come necessità imprescindibile, poichè mentre la Svizzera. è completamente tributaria all'estero per il carbone, del quale le ferrovie consumano in media 600 000 Tonn all'anno, è assai ricca, invece, di risorse idriche, le quali possono dare circa 3 000 000 di HP.

La rete Svizzera è in gran parte (circa 4500 Km) proprietà dello Stato, il quale, dopo studi ed esperienze nel 1916, adottò definitivamente il sistema monofase a 15 000 Volt e 15 periodi.

Solo attraverso la Galleria del Sempione venne conservato il sistema trifase, in vista del collegamento colla rete italiana.

Il programma delle ferrovie federali comprende tre gruppi di lavori:

1) elettrificazione delle linee a grande traffico che si presentano in condizioni più favorevoli per la trasformazione. Sono circa 1150 Km di linee, sulle quali si realizzerà un economia di carbone pari al 50% del consumo totale, utilizzando circa 76 000 HP di energia idroelettrica.

2) elettrificazione delle linee a traffico leggero, pure in condizioni favorevoli, che rappresentano altri 600 Km circa di linee.

3) elettrificazione delle linee rimanenti. Gli studi per queste ultime sono rimandati ad altra epoca.

Fra i lavori più recenti è notevole quello della galleria del Gottardo, in servizio a trazione elettrica dal luglio 1920. Questo non è che un tronco della linea Lucerna - Chiasso, dello sviluppo di circa 225 Km la quale dovrebbe essere completamente elettrificata entro il 1922. L'energia monofase a 15 000 Volt e 15 periodi, è fornita dall'impianto del Ritom equipaggiato con 4 gruppi da 12 000 HP i quali lavorano sotto un salto di circa 800 m. Il lago serbatoio ha una capacità di riserva di circa 24 milioni di metri cubi. La funzione di questo impianto si limiterà, in seguito, ad una semplice integrazione dell'impianto principale di Amsteg, sulla Reuss, il quale funzionerà invece continuamente, sfruttando l'intera portata del fiume.

AMERICA LATINA.

Sono attualmente in via di esecuzione due elettrificazioni importanti a corrente continua ad alta tensione, l'una nel Brasile e l'altra a Cuba.

La prima è quella della ferrovia Paulista dove è impiegata corrente continua a 3000 Volt. Per ora viene trasformato un tronco di 45 Km a doppio binario con circa 120 Km di binario semplice. Il servizio sarà fatto con 10 locomotori da 100 Tonn per i treni merci e 6 da 120 Tonn per i treni passeggeri.

La seconda è quella della ferrovia di Hersey Cuban dove sarà impiegata corrente continua a 1200 Volt con linea di contatto aerea. Lo sviluppo dei binari elettrificati raggiungerà i 130 Km ed il servizio sarà fatto con 7 locomotori da 60 Tonn per i treni merci, e con automotrici in trazione multipla per i treni passeggeri. Le sottostazioni lontane dai centri abitati saranno del tipo automatico.

ITALIA.

L'Italia ha iniziato da molti anni la politica delle elettrificazioni, e a tutt'oggi le linee elettrificate rappresentano 450 Km circa sopra i 13 500 Km circa costituenti l'intera rete.

Un notevole programma di elettrificazioni è stato però tracciato tanto per le FF. SS., quanto per le linee private, e molte costruzioni sono attualmente in corso.

Le quote di sussidio che lo Stato concede per la costruzione di ferrovie e per le elettrificazioni, sono state aumentate recentemente per dare maggiore impulso a questi lavori. Delle nuove linee in costruzione od in progetto, circa i 2/5 saranno equipaggiate con trazione elettrica.

Sulla rete italiana è stata adottata da tempo la corrente trifase a 16 periodi, ed il servizio è fatto con locomotori. L'ultimo tipo, costruito durante la guerra, ha dato buoni risultati e ne furono ordinate 16 unità. Il locomotore è costruito per 4 velocità al di sotto del 100 Km/ora, allo scopo di poter meglio adattare la velocità all'andamento del percorso e di diminuire le perdite nelle resistenze nei passaggi dall'una all'altra velocità.

L'energia per la trazione è fornita, in massima parte, dalle centrali industriali. dove è generata a 42 periodi, e la fornitura è perciò complicata dalla necessità di abbassare la frequenza. In generale sono installati nelle centrali stesse generatori ausiliari per il servizio di trazione i quali sono talvolta montati sullo stesso albero dei generatori normali. Non sembra siano impiegati convertitori di frequenza.

Le Ferrovie dello Stato hanno deciso ultimamente esperienze di trazione con corrente trifase a frequenza industriale (42 periodi) sulla Roma - Anzio; e con corrente continua ad alta tensione sulla Benevento-Foggia. Nel programma di elettrificazione, che comprende circa 4500 Km di linee, è però previsto l'impiego della corrente trifase.

Per le linee a Sud della Pisa-Firenze-Faenza il programma comprende anche le centrali generarici, le quali dovranno poter funzionare a frequenza superiore ai 16 periodi, qualora l'esperimento sulla Roma-Anzio riescisse favorevole.

I lavori di trasformazione sono suddivisi in 4 categorie:

1) Linee da elettrificarsi subito dall'Amministrazione delle Ferrovie dello Stato.

2) Linee da elettrificarsi dall'Amministrazione delle F. S. in un secondo tempo.

3) Linee sulle quali saranno esperimentati i nuovi sistemi di trazione.

4) Linee la cui elettrificazione sarà affidata all'industria privata.

(g. a. r.)

L'A. E. I., la quale a sensi del suo Statuto dovrebbe pubblicare i suoi Atti una volta all'anno, è giunta, a poco a poco, a dare gratuitamente ai suoi Soci una ricca rivista trimensile che costituisce ogni anno un grosso volume di circa 800 pagine. — Il notevole successo è dovuto essenzialmente al continuo incremento del numero dei Soci. — Nuovi ed importanti risultati potrebbe conseguire l'A. E. I. in un futuro prossimo, se ogni Socio si facesse centro di propaganda e, fra le sue conoscenze, procurasse almeno un nuovo iscritto all'Associazione.

:: :: :: CRONACA :: :: ::

APPLICAZIONI VARIE.

I magneti di sollevamento - (Engineering 4-3-21) (¹). — I magneti di sollevamento rappresentano uno dei più ovvii e semplici apparecchi elettrici, ed è strano che il loro impiego non sia maggiormente generalizzato. Molti magneti di sollevamento sono naturalmente usati nelle acciaierie e altrove, ma molto più numerosi sono i casi in cui si impiegano ancora recipienti o cavi per materiali che potrebbero maneggiarsi con la massima facilità mediante un magnete. Una certa prevenzione circa l'uso dei magneti di sollevamento deriva probabilmente dal fatto che essi sembrano pericolosi perchè se viene a mancare la corrente, il carico cade. La stessa considerazione però vale in realtà per qualunque mezzo di sollevamento, e se un cavo si rompe il carico può ugualmente cadere. E' vero che i casi non sono perfettamente uguali poichè la resistenza di un cavo può essere controllata mentre non può esserlo la continuità della corrente nel magnete. E' però anche vero che le ragioni che ostacolano l'impiego dei magneti di sollevamento sono più apparenti che reali. Col genere di materiale per il quale si usano comunemente questi apparecchi, non accadrebbe in generale gran male se il carico cadesse. Potrebbe naturalmente derivarne danno alle persone, ma non dovrebbe, poichè è sempre una pessima pratica quella di passeggiare sotto carichi comunque sospesi. Tuttavia nella pratica corrente il carico non cade, a meno che, come qualche volta è accaduto, non si rompa il cavo della gru e non precipiti il magnete. Qualora si richieda la massima sicurezza contro la mancanza di corrente, si può mettere in parallelo col circuito del magnete una batteria di accumulatori con un commutatore automatico. In tal caso è sufficiente nella batteria circa la metà della potenza assorbita normalmente dal magnete, poichè essa deve soltanto mantenere il campo magnetico precedentemente stabilito.

Le applicazioni di cui sono suscettibili i magneti di sollevamento sono svariatissime ed è possibile con esse ottenere una grande economia di mano d'opera. E' ovvio il loro impiego per il sollevamento di ghisa, sbarre, profilati, etc., ma possono con ugual vantaggio applicarsi per il maneggio di rottami o di materiale minuto alla rinfusa. Un'applicazione meno generale è quella per il maneggio del minerale; per es. il minerale svedese, che è per circa il 60% magnetico, può sollevarsi perfettamente con questo sistema. Un'altra applicazione interessante e molto conveniente è l'impiego di un magnete per sollevare la massa battente in un impianto per la rottura di rottami di ferro. Se la massa cadente è sferica e si impiega un magnete circolare, il magnete può sollevare la massa comunque essa cada. Per sollevare rottami e materiali analoghi si impiegano principalmente magneti circolari; per materiali lunghi può essere invece più conveniente la forma rettangolare o il tipo bipolare. Per sollevare contemporaneamente parecchie lamiere sottili è raccomandabile il tipo circolare, a causa della sua maggiore penetrazione; in tal caso è possibile sollevare cinque o sei lamiere da una catasta e poi lasciarle cadere una alla volta variando l'eccitazione del magnete con un controller.

I magneti di sollevamento devono essere di costruzione molto solida perchè sono esposti a un trattamento molto grossolano; è facile però soddisfare a questo requisito, grazie alla loro semplicità. Quando siano opportunamente costruiti sono pressochè sicuri da qualsiasi guasto e possono dare in alcuni casi una grandissima economia di mano d'opera. Con una gru a ponte rapida, capace di fare da 80 a 90 corse all'ora, e con un magnete di media grandezza, si possono per es. scaricare da 50 a 60 tonn di ghisa o di rottami all'ora. Nell'applicazione al maneggio dei lingotti occorre tener presente la questione della temperatura, poichè, come è noto, le proprietà magnetiche dell'acciaio si affievoliscono col crescere della temperatura. Non si hanno però difficoltà fino alla temperatura di circa 600° C., che è più elevata di quella alla quale il materiale può essere maneggiato coi metodi ordinarii.

L'obbiettivo del moderno costruttore di magneti di sollevamento è quello di produrre un apparecchio che riunisca una grande capacità di sollevamento col minimo peso morto e con un limitato consumo di corrente. In Germania molti magneti vengono costruiti con avvolgimenti in alluminio invece che in rame, con notevole economia nella costruzione, poichè l'ossidazione superficiale dell'alluminio costituisce un isolamento sufficiente. Nella pratica attuale, nel caso di carichi di forti dimensioni, un magnete può sollevare da 5 a 15 volte il proprio peso. Un piccolo magnete di 66 cm di diametro e di circa 300 Kg di peso, può sollevare un blocco di acciaio di circa 5 tonnellate, e un grande magnete di 170 cm di diametro e di 3 tonnellate di peso, può sollevare un blocco di acciaio di circa 15 tonnellate.

E. C.

IMPIANTI.

Impianti idroelettrici in Tasmania. - (Dal The Times - Trade Supplement - Special Australian and New-Zealand Section) febbraio 1921. — Nel 1912 si iniziò la utilizzazione del lago Margaret posto a circa 600 m. sul mare. La precipitazione annuale è enorme e raggiunge m. 3,80.

Il salto di 330 m. è sfruttato con 6 Pelton di 1750 HP ciascuna accoppiate a generatori trifasi a 6600 Volt, 50 periodi.

Il recente impianto di Waddamana sviluppa 13 000 HP e comprende 2 unità da 5000 HP ed una di 8000 HP. Gli alternatori minori vennero forniti dalla British Westinghouse ed il maggiore dalla General Electric Co.

Tensione di produzione 6600 V, 50 periodi. Tensione di trasporto 88 000 V.

Dei 13 000 HP; 5700 sono richiesti dalla Electrolytic Zinc Co.; altri 3500 HP sono destinati alla fabbricazione del carburo di calcio.

L'impianto deve essere ampliato con altri 6 gruppi da 8000 HP.

Fra i maggiori consumatori figura la Electrolytic Zinc Co. of Australasia (presso Hobart) che ha iniziato i suoi lavori nel 1917 e prevede di impiegare a sviluppo completo circa 30 000 kW con una produzione di Zinco di 100 Tonn al giorno, oltre altri derivati.

(¹) Vedasi su questo argomento, questo giornale, 1919, pag. 303.

:: :: :: NOTE LEGALI :: :: ::

Questioni comunali.

Dazio sull'energia elettrica.

CASSAZIONE DI TORINO, 19 giugno-3 luglio 1920 (¹): « *I Comuni non possono imporre un dazio proprio sul consumo del gas e delle energia elettrica, se a tale imposizione non corrisponda una diminuzione o soppressione di dazi su generi di prima necessità.*

L'art. 7 del regolamento 17 giugno 1909 che dichiara non applicabile il detto diriëto ai dazii contemplati nell'art. 14 della legge (fra cui quelli sul consumo del gas e della energia elettrica) e ne permette l'imposizione nel caso in cui i Comuni abbiano abolito il dazio sui farinacci, è incostituzionale ».

✱

L'art. 13 del Testo Unito sul dazio consumo, preesistente nelle leggi 15 aprile 1897 e 23 gennaio 1902, concede ai Comuni il diritto di imporre il dazio consumo tra l'altro sui combustibili.

« Tuttavia — osserva la Corte — per porre un freno all'abuso di tassazioni, che pur valendo ad accrescere gli introiti del bilancio possono riuscire di eccessivo aggravio alla economia pubblica specie delle classi meno abbienti, fu adottato colla legge del 1902, e mantenuto in quella vigente, un correttivo a quel diritto, nel senso che l'aumento di dazii o l'imposizione di dazii nuovi in confronto di quelli già esistenti al 1° dicembre 1901 trovi compenso in una corrispondente diminuzione o soppressione di dazii sui generi di prima necessità. Di fronte a tale assoluto principio e alla conseguenziale limitazione regolanti tutta la materia dei dazi proprii comunali occorrerebbe, a render almeno possibile la tesi del Comune (²) che l'art. 14 del Testo del 1908 riguardante il dazio consumo dell'energia elettrica, prospettasse nuove voci tassabili oltre quelle prospettate nell'art. 13, poichè solo allora potrebbe affacciarsi il dubbio se non abbia inteso il legislatore sottrarre il relativo dazio alla restrizione contenuta nell'anteriore disposizione; ma ciò non è, chè non ha voluto la legge creare tassabilità nuove, poichè l'imponibilità sui generi elencati nell'art. 14 risulta già dall'articolo 13, letteralmente conforme all'articolo 12 della legge 1902 e all'art. 13 della legge 1897, il quale ultimo colla sua generica indicazione di *materie di consumo locale di natura analoga ai generi indicati*, abbraccia pure il gas luce e la energia elettrica, che corrispondono del resto, quanto alla illuminazione e al riscaldamento, alla destinazione stessa dei *combustibili*. Se l'art. 14 fosse diretto a consentire nuovi dazi comunali, sarebbero nuovi generi tassabili anche i foraggi e i materiali da costruzione che sono espressamente menzionati nell'articolo precedente, ma assoggettati, nell'aumento o imposizione loro, alla condizione di sgravio dei dazii sui generi di prima necessità ».

✱

D'altronde prosegue la Corte, « quale altra ragione sta a giustificare la formula dell'art. 14? Certamente quella sola di determinare il modo col quale riscuotere il dazio su certi generi già elencati fra i tassabili nell'art. 13 ».

« Il quale concetto del legislatore è ribadito nel vigente regolamento 17 giugno 1909, che ha emanato speciali procedure per la riscossione dei dazi sui foraggi, materiali da costruzione, gas luce ed energia elettrica, e il cui art. 35 spiega appunto quali norme debbano adottare i Comuni che intendano riscuotere i dazi su detti generi *nelle forme previste dall'art.* 14 *della legge* ».

« Se dunque nè l'art. 9 della legge del 1902 nè il corrispondente art. 14 della legge vigente intesero introdurre nuovi generi capaci di tassazione, ma semplicemente regolare il sistema di ri-

(¹) *Foro Italiano*, 1920, I: 835 - *Giurisprudenza* (Torino), 1920, 977.

(²) Si trattava del Comune di Sampierdarena, ricorrente contro una sentenza della Corte d'Appello di Genova, nella causa promossa dalla Società Ansaldo. La Cassazione ha respinto il ricorso.

scossione del dazio, è logico dedurre che neppure per l'energia elettrica si volle indicare un nuovo cespite di imposizione, data l'uniformità del testo in rapporto ai diversi generi contemplati in detta disposizione; che quindi il dazio sull'energia elettrica non è sottratto ai limiti prefissi nell'attuale art. 13; ciò che maggiormente si rafforza argomentando dall'art. 12 della legge 1902, che per tutti i dazii propri di consumo prescrive la suddetta limitazione al loro aumento o alla loro nuova imposizione ».

★

Il Comune poi sosteneva che il dazio sull'energia è stato concesso al Comune come compenso da parte dello Stato per l'abolizione del dazio sui farinacei e che perciò « sarebbe un non senso subordinare tale dazio all'abolizione o diminuzione di dazio sui generi di prima necessità, perchè in tal modo i Comuni non risentirebbero giovamento di sorta ».

Ma la Corte respinge questa tesi osservando che i compensi accordati dallo Stato ai Comuni sono categoricamente indicati negli art. 7 e 10 della legge 1902, mentre ciò non è detto nell'art. 9 relativo al dazio sulla energia.

Il Comune infine adduceva l'art. 7 del regolamento 17 giugno 1909, che dichiara « che il divieto contenuto nel capoverso dell'art. 13 della legge non è applicabile ai dazi previsti dall'art. 14 » ma la Corte risponde che questo articolo rappresenta un correttivo alla legge inserito nel regolamento, che doveva invece curarne l'esecuzione, e perciò è *inconstituzionale*.

★

Ci siamo già occupati della questione in queste colonne ([3]) riportando una sentenza in senso contrario della *Cassazione di Roma* (Sezioni Unite) 30 marzo 1917 ([4]).

Sospensione dell'illuminazione pubblica.

CASSAZIONE DI NAPOLI, 12 giugno 1920 ([5]): « *L'appaltatore o concessionario di un pubblico servizio non può mai, per nessuna ragione, anche imputabile alla pubblica amministrazione, sospendere il servizio assunto, ma solo evocarla in giudizio per far valere le sue ragioni onde ottenere il risarcimento dei danni derivanti dal fatto imputabile all'amministrazione stessa* ».

« *Così dicasi di una società fornitrice di gas, che sospenda il servizio di illuminazione delle pubbliche vie per non aver il Comune corrisposto, in base ai capitolati d'appalto, un aumento nei prezzi stabiliti corrispondente all'aumento verificatosi nel costo del carbon fossile in conseguenza della guerra* ».

« *L'appaltatore non può neppure invocare il mancato pagamento da parte dell'amministrazione pubblica dell'aumento nei prezzi chiesti in conseguenza dell'aumento nel costo della materia prima, come causa estranea a lui non imputabile che lo esoneri dall'esecuzione del contratto, adducendo che egli si è trovato, per tale mancato pagamento, in stato di mancanza di fondi necessarii a continuare nel pubblico servizio* ».

« *La pubblica amministrazione, che abbia emesso il mandato di pagamento per le somme dovute, e ne abbia dato avviso al creditore, non può essere da costui convenuta in giudizio e condannata per il pagamento di tali somme* ».

★

La lunghissima sentenza della Corte, dopo avere esposto il fatto e le ragioni del ricorrente (Comune di Caserta) contro la sentenza della Corte d'Appello di Napoli, osserva:

« Di vero costituisce ormai principio di diritto non più discutibile che, in materia di appalto o di concessione di servizi pubblici, quale è certamente quello della illuminazione delle vie pubbliche di un Comune, l'appaltatore o concessionario non possa mai per qualsiasi motivo, anche grave e unicamente imputabile alla Pubblica Amministrazione, sospendere il servizio, salvo a far valere le sue ragioni in giudizio ai soli effetti di conseguire il risarcimento del danno derivante dal fatto imputabile alla amministrazione stessa ».

« Ne deriva che, se egli sospenda il servizio, per ciò solo si rende inadempiente agli obblighi derivanti dal contratto e passibile dell'azione di risarcimento da parte dell'amministrazione medesima, oltre che dell'esercizio della facoltà, derivante alla stessa, di provvedere alla continuazione del servizio secondo l'art. 8 della legge 20 marzo 1865, alleg. E, sull'abolizione del contenzioso amministrativo ».

« L'azione amministrativa che si esplica naturalmente anche nell'esercizio senza interruzione dei pubblici servizi, non può trovare ostacoli in pretese di diritto privato, nè direttamente a mezzo dei privati stessi, nè indirettamente mediante pronunciati dell'autorità giudiziaria da costoro provocati, salvo naturalmente l'esperimento delle medesime pretese innanzi al magistrato competente, ai soli effetti però della valutazione delle conseguenze economico-patrimoniali dell'operato della pubblica amministrazione cioè al solo scopo di conseguire il risarcimento degli analoghi danni secondo l'art. 4 della stessa legge ».

([3]) *Elettrotecnica*, 1918, 9.
([4]) *Foro Italiano*, 1917, I, 799.
([5]) *Monitore dei Tribunali*, 1920, 678.

« E questa azione amministrativa in tema di appalti e concessioni di servizii pubblici si esercita a mezzo dell'opera dell'analogo appaltatore o concessionario, il quale è tenuto perciò a continuare l'esercizio del pubblico servizio da lui assunto, senza poterlo in alcun modo interrompere, sospendere o abbandonare, salvo a far valere altrimenti i suoi diritti e interessi nei modi di legge; altrimenti ne potrebbe derivare una deleteria soluzione di continuità in esso pubblico servizio, il che non può essere per alcuna guisa giustificato o tollerato ».

« In questo genere di appalti o concessioni l'assuntore non può servirsi in nessun caso del rimedio, da taluni definito come mezzo di farsi giustizia colle proprie mani, contenuto nella massima « *inadimplenti non est adimplendum* », in forza della quale il contraente, soltanto per effetto dell'inadempienza ad un obbligo sostanziale da parte dell'altro contraente, rimane autorizzato a non più eseguire da parte sua il contratto.

Questo mezzo di difesa dei propri interessi presuppone il semplice contrasto tra due diritti privati, ma non può essere esteso quando sorga il conflitto tra un diritto e interesse di natura veramente privata e un diritto e interesse essenzialmente pubblico, per cui il primo deve sempre essere sacrificato al secondo, per non paralizzare od ostacolare l'azione amministrativa, salvo sempre l'indennizzo pecuniario, che possa essere per giustizia dovuto quando si tratti di un diritto privato avente contenuto economico-patrimoniale ».

★

La Corte passa quindi, con una minutissima analisi, a dimostrare l'applicabilità di questi principii al caso in esame, indi prosegue: « Nè si dica che in questo modo la Pubblica Amministrazione, venendo meno ai pagamenti dovuti nel corso del contratto e alle altre sue obbligazioni, possa facilmente disporre della vita economico-patrimoniale dell'appaltatore o concessionario, riducendolo in condizioni di non potere più oltre adempiere ai proprii impegni e provocandone il fallimento e la ruina. Giacchè, a parte che egli ha sempre, o almeno ordinariamente, durante il contratto azione pel pagamento del corrispettivo dovutogli o già scaduto o pel risarcimento dei danni e può, in linea amministrativa, ricorrere e reclamare alle autorità superiori all'uopo preposte dalle leggi e dai regolamenti, a parte tutto ciò, questo genere di contratti ha per suo naturale presupposto la perfetta correttezza e giustizia dell'operato della pubblica amministrazione, che si reputa debba sempre agire *rite et recte* e col doveroso rispetto dei diritti e degli interessi di colui che con essa ha contrattato, e sempre con intendimento equo, prudente e giusto, sebbene si trovi, rispetto all'altro privato contraente in una condizione giuridica prevalente e di favore, per avere in sè la qualità di parte e di pubblica autorità ».

Esposte le conseguenze di questo principio nella fattispecie, la Corte passa ad esaminare la portata dei decreti Luogotenenziali 20 giugno 1915 n. 890 e 9 luglio 1916 n. 848, addotti dal ricorrente, e confuta le argomentazioni della Corte d'Appello circa la questione del mandato di pagamento, riferendosi anche agli art. 207-208 della legge Comunale e Provinciale, T. Unico 4 febbraio 1915, n. 148 e 173 n. 205 e 206 del relativo regolamento 12 febbraio 1911 n. 297.

★

Sul divieto al fornitore di una pubblica amministrazione di chiedere aumenti o soprapprezzi per l'aumentata onerosità della prestazione, vedasi la sentenza della *Cassazione di Roma* 10 novembre 1919 ([6]).

A proposito del diritto della Pubblica Amministrazione di assicurare in qualunque modo la costituzione di un pubblico servizio, vedasi le sentenze della *Corte di Cassazione di Roma* (Sezioni unite, 27 febbraio 1919 ([7]) e 24 marzo 1919 ([8]) da noi già riportate in queste colonne ([9]).

AVV. CESARE SEASSARO.

([6]) *Monitore dei Tribunali*, 1920, 340.
([7]) *Giurisprudenza Italiana*, 1919, I, 1, 327.
([8]) *Giurisprudenza Italiana*, 1919, I, 1, 334; *Monitore dei Tribunali*, 1919, 322.
([9]) *Elettrotecnica*, 1920, 170 e 171.

:: LIBRI E PUBBLICAZIONI ::

PUBBLICAZIONI RICEVUTE

CONSIGLIO SUPERIORE DELLE ACQUE - SERVIZIO IDROGRAFICO. — *Osservazioni pluviometriche raccolte a tutto l'anno 1915.* — Vol. III. — *Bacini imbriferi della regione veneta.* Fascicolo I. — Tabelle — Ordinate a cura del Prof. Filippo Eredia. (Roma - Stabil. Poligr. per l'Amm. della Guerra - 1921).

DOTT. LINO SANDONNINI — *Sul comportamento delle rotaie impiegate come conduttori di corrente elettrica.* (Estratto dalla Rivista Tecnica delle Ferrovie Italiane - Anno IX - vol. XVIII - N. 3 - Settembre 1920).

Associazione Elettrotecnica Italiana

Eretta in Ente morale il 3 Febbraio 1910

Notizie delle Sezioni

SEZIONE DI LIVORNO.

La mattina del 22 aprile alle ore 10 la Sezione si è riunita nella Sede Sociale sotto la presidenza del prof. Vallauri. La seduta è stata dedicata alla comunicazione del socio Ing. Carlo Fascetti su un problema relativo alla costruzione delle *grandi linee di trasporto* e precisamente *sulla espressione del peso del palo in funzione della lunghezza della campata e del numero e diametro dei conduttori* e sul calcolo della *campata di massima convenienza*. Il conferenziere espone il frutto dei suoi nuovi studi sulle palificazioni e della ricerca di relazioni quanto più è possibile generali fra i vari elementi di calcolo delle linee.

Riferisce che questa ricerca è stata particolarmente fortunata, perchè ha condotto a definire una relazione empirica semplicissima tra il peso del palo e gli sforzi dovuti all'azione del vento sul palo stesso e sui conduttori. Questa relazione viene discussa e giustificata dall'ing. Fascetti con numerosi esempi pratici e con considerazioni teoriche. Essa costituisce la chiave di volta per il calcolo della campata di massima convenienza; questo calcolo si fa in base alla considerazione che il costo dei pali è praticamente indipendente dalla tensione di linea e può esprimersi mediante una equazione di terzo grado rispetto alla lunghezza della campata, nella quale equazione compaiono inoltre soltanto il diametro e numero dei conduttori, la parte costante di altezza del palo dovuta alla testa di esso e alla distanza minima dei conduttori da terra e la sollecitazione massima ammessa per il rame. Con l'aiuto di questa formula e tenendo conto del costo degli isolatori, delle mensole, dei blocchi di fondazione, degli espropri, del montamento, della manutenzione ecc. è possibile calcolare la campata di massima convenienza. Il conferenziere dà alcuni esempi di tale determinazione e svolge in merito interessanti considerazioni pratiche. Conclude riassumendo il contenuto dei suoi recenti studi in materia accennando alle limitazioni a cui le formole generali empiriche naturalmente soggiaciono e tratteggiando quale sarebbe, a suo giudizio il procedimento più razionale da seguirsi nello studio di massima di un grande trasporto di energia.

La conferenza è vivamente applaudita e il presidente apre la discussione presentando alcune osservazioni particolari sulla dipendenza del peso del palo dall'altezza del punto di applicazione degli sforzi e sui criteri tecnici economici per la scelta degli isolatori. Altre osservazioni sono mosse dall'ing. Neri in merito a taluna delle ipotesi semplificative introdotte dal conferenziere. L'ing. Fascetti risponde alle varie osservazioni fornendo chiarimenti e riservandosi di tenerne conto.

Il presidente fa rilevare come un altro campo di studio assai importante sarebbe la revisione delle ipotesi di masse relative alle sollecitazioni, per cui si sogliono calcolare i pali e conclude rilevando una deduzione di carattere generale che sembrerebbe potersi trarre dagli studi presentati, che cioè sarebbe giustificata una tendenza ad adottare tensioni più elevate e campate più lunghe di quelle scelte finora per molti moderni impianti.

★

SEZIONE DI MILANO.

Visita alla Centrale Municipale di Piazzale Trento.

La mattina del 29 Maggio, guidati dal Presidente Ing. Rebora, un centinaio di Soci convennero in Piazzale Trento per visitarvi la stazione di trasformazione e la centrale termica dell'Azienda Municipale.

In assenza dell'Ing. Gonzales, i Soci vennero guidati nell'interessante e lunga visita dall'Ing. Leidi il quale fornì minute e interessanti spiegazioni su tutto l'impianto.

★

Personalia.

La Direzione della Soc. An. Ing. V. Tedeschi per la fabbricazione dei cavi elettrici è stata con recente disposizione così costituita: Direttore Generale, Comm. Ing. Vittorio Tedeschi; Vice Direttore Consulente, Ing. Prof. E. Soleri; Vice Direttori Gerenti, Ing. Virginio Tedeschi, Ing. Giulio Tedeschi.

SEZIONE DI ROMA.

A complemento del verbale pubblicato a pag. 279 riportiamo qui i bilanci.

BILANCIO 1920 CONSUNTIVO

ATTIVO		Consunt.	Prevent.	Differenza
Quote sociali: Soci collettivi N. 52 a L. 80	L.	4160 —	4000 —	+ 160 —
» individuali » 382 a » 30	»	11460 —	10500 —	+ 1020 —
Acconti da N. 3 Soci	»	60 —		
Ricupero quote arretrate	»	1049 —	500 —	+ 549 —
Interessi attivi	»	560,53	400 —	+ 160,53
Proventi diversi	»	26,50	—	+ 26,50
ENTRATA EFFETTIVA	L.	17316,03	15400 —	+ 1916,03
Partita di giro: Rimborso spese sostenute per conto della Sede Centrale	»	533,85	--	
Avanzo degli esercizi precedenti	»	—	1706,53	
	L.	17849,88	17106,53	

PASSIVO		Consunt.	Prevent	Differenza
Contributo alla Sede Centrale: per N. 57 soci collett. a L. 40	L.	2280 —	2000 —	+ 280
» » 402 » individ. a » 20	»	8040 —	7000 —	+ 1040 —
Sede della Sezione e servizi vari	»	1877,25	1600 —	+ 277,25
Personale	»	1500 —	1400 —	+ 100 —
Amministrazione	»	792,48	900 —	— 107,52
Biblioteca	»	140 —	300 —	— 160 —
Contributo al « Manuale per gli operai »	»	500	500 —	—
Spese diverse	»	117,70	686,53	— 568,83
Sottoscrizione VI Prestito nazionale	»	1720,85	1720 —	+ 0,85
SPESA EFFETTIVA	L.	16968,28	16106,53	+ 861,75
Partita di giro: Amministrazione della Biblioteca Centrale	»	533,85		
Differenza attiva dell'esercizio	»	347,75	1000 —	
	L.	17849,88	17106,53	

BILANCIO 1921 PREVENTIVO

		Prevent. 1921	Consunt. 1920	Differenza
Quote sociali: Soci collettivi N. 50 a L. 120	L.	6000 —	4160 —	+ 1840 —
» individuali » 400 a » 50	»	20000 —	11520 —	+ 8480 —
Ricupero di quote arretrate	»	500 —	1049 —	— 549 —
Interessi attivi	»	500 —	560,53	— 60,53
Proventi diversi	»	—	26,50	— 26,50
PREVENTIVO ENTRATA	L.	27000 —	17316,03	+ 9683,97

		Prevent. 1921	Consunt. 1920	Differenza
Contributo alla Sede Centrale: Per N. 50 soci collett. a L. 70	L.	3500 —	2280 —	+ 1220 —
» » 400 soci individ. a » 35	»	14000 —	8040	+ 5960 —
Sede della Sezione e servizi vari	»	2500 —	1877,25	+ 622,75
Personale	»	2000 —	1500 —	+ 500 —
Amministrazione	»	1200 —	792,48	+ 407,52
Biblioteca	»	1000 —	140 —	+ 860 —
Diverse e impreviste	»	800 —	617,70	+ 182,30
Fondo di riserva	»	2000 —	1720,85	+ 279,15
PREVENTIVO SPESA	L.	27000 —	16968,28	+ 10031,72

Patrimonio Sociale		31 dicem. 1920	31 dicem. 1919
Libri e periodici (per memoria)	L.	1 —	1 —
Mobilio e materiali vari (per memoria)	»	1	1 —
Consolidato al 5% - L. 8000 valore nomin.	»	6000 —	5350 —
Contanti	»	2054,28	1706,53
TOTALE	L.	8056,28	7058,53

Cassa e fondi speciali		
Avanzo degli esercizi precedenti	L.	1706,53
Differenza attiva dell'esercizio 1920	»	347,75
Conto a nuovo per l'esercizio 1921	L.	2054,28
Fondo Pacinotti	»	640 —
» Gaulard	»	346,87
» di rappresentanza a disposiz. del Consiglio	»	6000 —

Roma, 1° Marzo 1921.

Il Cassiere: **O. LATTES**

TEDESCHI GIOVANNI FU GIOVANNI, *gerente responsabile* — ARTI GRAFICHE VARESINE - VARESE

VOL. VIII (XXV degli Atti) 15 Giugno 1921 N. 17

L'ELETTROTECNICA

GIORNALE ED ATTI DELLA

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

REDAZIONE ED AMMINISTRAZIONE: VIA SAN PAOLO, 10 - MILANO - TELEFONO N. 20-86

REDATTORE CAPO: A. BARBAGELATA - REDATTORI U. BORDONI - M. SEMENZA - G. VALLAURI

È GRADITA LA COLLABORAZIONE DEI LETTORI - GLI ARTICOLI DI INTERESSE GENERALE ACCETTATI DALLA REDAZIONE SONO COMPENSATI

I MANOSCRITTI NON SI RESTITUISCONO

Perturbazioni induttive fra circuiti diversi.

Il Prof. DI PIRRO che da tempo si occupa con particolare passione, oltre che per ragioni d'ufficio, dell'argomento, ha tenuto in occasione dell'ultimo congresso di Roma, una conferenza di carattere monografico, che qui pubblichiamo, sulle perturbazioni induttive che i circuiti telegrafici e telefonici risentono per effetto di circuiti congeneri, e sopratutto per effetto di linee industriali e particolarmente di trazione. Il problema, come ricorda il Di Pirro, è antico perchè nato con le prime trasmissioni telefoniche; ma ha assunto proporzioni veramente allarmanti solo con l'adozione della trazione elettrica sulle ferrovie, tanto che nel lungo dibattito sulla « questione del sistema » l'argomento è stato spesso trattato costituendo esso una delle più efficaci armi del « continuisti » contro i « trifasisti ». Anche il Di Pirro accenna alla questione, e senza voler entrare in merito alle note deliberazioni del Consiglio Superiore, di cui egli fa parte, riconferma come i disturbi dovuti alla corrente continua siano incomparabilmente minori che non quelli causati dalla corrente alternata, contro i quali unico provvedimento efficace pare oggi la rimozione e l'allontanamento dei circuiti telegrafici e telefonici dalle linee di trazione.

Non fa cenno il Di Pirro dei nuovissimi metodi di eliminazione dei disturbi induttivi, basati sull'impiego di quel meraviglioso apparecchio che è la valvola jonica. Si tratta, come è noto e come fu pubblicato anche sul nostro giornale, di amplificare in partenza le correnti telefoniche in modo che le correnti perturbanti, rimaste le stesse, risultino relativamente assai minori. All'arrivo, riducendo tutte le correnti nelle medesime proporzioni, si vengono praticamente ad eliminare gli effetti delle correnti perturbanti. Ci auguriamo di poter presto conoscere l'opinione di un competente come il Di Pirro, circa le speranze che sui nuovi metodi si possono fondare.

Espressione analitica delle "caratteristiche,, delle macchine elettriche.

La curva di magnetizzazione e il ciclo di isteresi hanno sempre costituito un impiccio per le trattazioni analitiche relative alle macchine elettriche: non è quindi da stupirsi se da tempo si sieno fatti dei tentativi per trovare delle formule che esprimessero senza eccessive complicazioni e con sufficiente approssimazione le curve stesse. Per la curva di magnetizzazione basterà ricordare la formula del Fröhlich e per il ciclo di isteresi, fra l'altro, la memoria del Prof. Piola. [1].

Oggi il Consocio MATTEINI partendo appunto da una nota espressione analitica della curva di magnetizzazione, mostra come si possano semplicemente dedurre le formule per le principali caratteristiche delle macchine a corrente continua, e, ciò che è più interessante, riporta dei dati sperimentali che confermerebbero la buona coincidenza delle curve dedotte dalla formula con le curve effettive.

Sulle lunghe linee di trasmissione.

Con una lettera alla redazione dell'Ing. Rebora, e relativa risposta degli Ingg. Fascetti e Melinossi, si inizia la discussione su questo argomento. Diciamo « si inizia » perchè, sullo stesso tema, seguiranno prossimamente due nuove comunicazioni che già diedero luogo a interessanti discussioni orali a Roma ed a Livorno. E' davvero strano come tale argomento appassioni tanto i tecnici — e non solo da noi — e contiamo di ritornare con maggior ampiezza sulla cosa nel corso della discussione.

LA REDAZIONE.

[1] Questo giornale, anno 1917, pag. 554.

EQUAZIONI DELLE CARATTERISTICHE DELLE DINAMO

:: CARLO MATTEINI ::
SOTTOTENENTE DI VASCELLO

In occasione dello studio del Com.te Sordina sul generatore a induzione eccitato mediante condensatori [1] si è dedotta analiticamente la caratteristica esterna di funzionamento, attribuendo alla caratteristica di eccitazione il noto andamento iperbolico

$$e = \frac{R_0}{\frac{1}{I_\infty} + \frac{1}{i}} \qquad (1)$$

dove e ed i sono le coordinate correnti ed I_∞ e R_0 due parametri caratteristici della particolare iperbole che si vuol considerare.

La stessa ipotesi, unitamente con quelle di resistenze interne costanti e di reazione d'indotto rigorosamente proporzionale alla corrente di armatura, permette di prevedere ancor più semplicemente la forma teorica delle caratteristiche esterne delle dinamo a corrente continua ad autoeccitazione. E' probabile che un tale studio sia già stato fatto; ad ogni modo, non essendo riuscito possibile avere su ciò sicura notizia, è parso non privo di qualche interesse, sviluppare brevemente la semplice teoria accennata e assoggettarla a qualche riprova sperimentale.

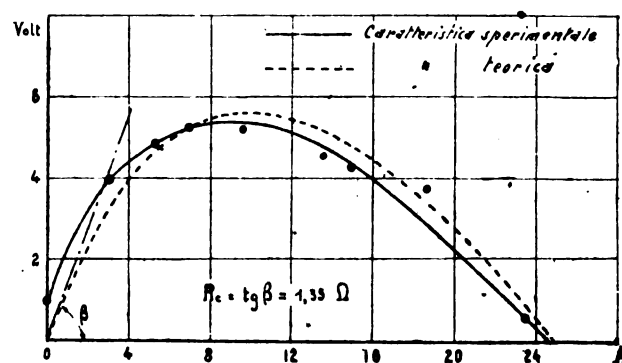



Fig. 1.

Se, in base alle precedenti ipotesi, chiamiamo con α il coefficiente di proporzionalità dell'effetto della reazione d'armatura, il termine i della (1) assume la seguente espressione

$$i = i_m - \alpha\, i_a$$

essendo i_m la corrente eccitatrice e i_a la corrente di armatura. Applicando queste semplici considerazioni al caso della dinamo in serie ed essendo $i_m = i_a = i$ (corrente nel circuito esterno), la (1) diviene

$$e = \frac{R_0}{\frac{1}{I_\infty} + \frac{1}{i\,(1-\alpha)}} \qquad (2)$$

dove e è la f. e. m. dinamica.

Dalla (2) si deduce quindi per la caratteristica esterna $v = f\,(i)$ la seguente espressione (ricordando $v = e - Ri$)

$$A\,i^2 + B\,v\,i - C\,i + v = 0 \qquad (3)$$

[1] *L'Elettrotecnica* 15 maggio 1921, vol. VIII, n. 14, pag. 306.

che è l'equazione di un'iperbole e dove i parametri A, B, C hanno i seguenti valori

$$A = \frac{1}{I_\infty} R\,(1-\alpha) \qquad B = \frac{1}{I_\infty}\,(1-\alpha) \qquad C = R_0\,(1-\alpha) - R$$

indicando con R la somma delle resistenze di armatura e della spirale eccitatrice. Dalla (3) si possono ora dedurre i seguenti valori caratteristici di funzionamento della macchina e cioè l'intensità di corrente di corto circuito

$$i_{cc} = \frac{C}{A}\;;$$

l'intensità di corrente corrispondente a v massimo

$$i_{v\,max} = \frac{\sqrt{1 + \frac{BC}{A}} - 1}{B}\;;$$

la resistenza critica $R_c = C$.

✶

Analogamente per la dinamo in derivazione si perviene alla seguente espressione della caratteristica esterna

$$A\,v^2 - B\,i^2 - C\,v\,i - D\,v + G\,i = 0 \qquad (4)$$

che è pure l'equazione di un'iperbole, dove

$$A = \frac{1}{I_\infty R_c}\,(1-\alpha)\left(\frac{R_a}{R_c} + 1\right)\;; \quad B = \frac{1}{I_\infty}\,\alpha R_a \quad C = \frac{1}{I_\infty}\left[\alpha - \frac{R_a}{R_c}\,(1 - 2\alpha)\right]\;; \; D = \frac{R_0\,(1-\alpha)}{R_c} - \frac{R_a}{R_c} - 1\;; \quad G = R_a + \alpha\,R_c$$

essendo R_a la resistenza di armatura e R_c la resistenza della spirale eccitatrice. Anche in questo caso possiamo dedurre dalla (4) alcuni valori caratteristici di funzionamento della dinamo e cioè tensione a vuoto

$$v_0 = \frac{D}{A}\;;$$

il valore di v corrispondente a i massimo

$$v_{i\,max} = \frac{2BD + GC - C\sqrt{\frac{AG^2 - BD^2 - CDG}{A}}}{4AB + C^2}\;;$$

il valore della resistenza critica $R_c = \dfrac{G}{D}$.

✶

I parametri caratteristici della dinamo potranno essere calcolati da chi progetti la macchina, o dedotti per via sperimentale da chi la collaudi.

Per verificare sperimentalmente le equazioni precedenti, abbiamo calcolato i varii coefficienti sia per una dinamo in serie, sia per una dinamo in derivazione. Per la prima, le esperienze sono state eseguite su una piccola dinamo compound da 125 - 250 V, 10 A, 1400 giri, facendola funzionare col solo avvolgimento in serie a 700 giri.

I valori dei coefficienti sono risultati i seguenti

$I_\infty = 12{,}2$ amp. $\quad R_0 = 4{,}65$ ohm $\quad R = 1{,}2$ ohm $\quad \alpha = 0{,}548$

dai quali si sono dedotti i parametri

$$A = 5{,}4 \,.\, 10^{-2}\ \frac{\text{ohm}}{\text{amp.}} \qquad B = 4{,}48 \,.\, 10^{-2}\ \frac{1}{\text{amp.}} \qquad C = 1{,}35 \text{ ohm}$$

Nella fig. 1 sono riportate la caratteristica sperimentale e la caratteristica teorica, calcolata mediante questi valori dei parametri.

Per la dinamo in derivazione le esperienze sono state eseguite su una dinamo da 130 V — 200 A — 500 giri. Abbiamo ricavato per essa il tratto superiore della caratteristica a tensione normale e quindi una caratteristica completa a tensione ridotta. Per la prima si è ottenuto

$I_\infty = 4{,}08$ amp. $\quad R_0 = 64{,}4$ ohm $\quad R_c = 32{,}5$ ohm $\quad R_a = 0{,}014$ ohm $\quad \alpha = 0{,}00196$

da cui si sono dedotti per i parametri i seguenti valori

$$A = 7{,}52 \,.\, 10^{-3}\ \frac{1}{\text{ohm amp.}} \quad B = 6{,}72 \,.\, 10^{-6}\ \frac{\text{ohm}}{\text{amp.}} \quad C = 3{,}75 \,.\, 10^{-4}\ \frac{1}{\text{amp.}}$$

$$D = 9{,}8 \,.\, 10^{-1} \qquad G = 1{,}4 \,.\, 10^{-1} \text{ ohm}$$

Per la seconda restano uguali i valori dei coefficienti, ad eccezione di R_c che diviene 41 ohm, conseguentemente variano solo A, C e D che divengono

$$A = 5{,}96 \,.\, 10^{-3}\ \frac{1}{\text{ohm amp.}} \quad C = 3{,}97 \,.\, 10^{-4}\ \frac{1}{\text{amp.}} \quad D = 5{,}67 \,.\, 10^{-1}$$

Nella fig. 2 sono riportate le caratteristiche sperimentali e teoriche relative a questo caso.

Fig. 2.

★

S'intende che una volta ammessa la possibilità di rappresentare analiticamente con un'iperbole la caratteristica di eccitazione, risulta altresì possibile fare la previsione analitica di tutte le altre caratteristiche con procedimenti analoghi a quelli seguiti in questa nota per la deduzione della caratteristica esterna $v = f\,(i)$.

Livorno - Istituto E. e R. T. della R. Marina, aprile 1921.

PERTURBAZIONI INDUTTIVE SUI CIRCUITI TELEGRAFICI E TELEFONICI □ □ □ □

Prof. G. DI PIRRO

:: :: Comunicazione alla XXV Riunione Annuale :: ::
:: :: :: :: :: Roma, novembre 1920 :: :: :: :: ::

§. 1 - Introduzione.

Le prime perturbazioni induttive osservate sui circuiti telegrafici e telefonici furono quelle mutue prodotte dagli stessi circuiti del telegrafo e del telefono che correvano ad essi paralleli; cosicchè il tecnico delle correnti piccole si trovò subito a lottare contro le conseguenze del collegamento che l'etere stabilisce fra i vari circuiti anche se distanti.

Tutti sappiamo quale sia l'origine di tali perturbazioni. Un conduttore portato ad una certa tensione elettrica produce nello spazio circostante un campo elettrico, la cui intensità è proporzionale alla tensione medesima, talchè ogni conduttore, esistente nel campo, diventa sede di una tensione indotta elettrostatica. In conseguenza di ciò uno o più fili, vicini ad altri dotati di potenziali elettrici, acquistano voltaggi indotti, e, se i primi sono variabili col tempo, variabili col tempo saranno anche i secondi. Si hanno così le perturbazioni dovute alla induzione elettrostatica.

Analogamente una corrente circolante in un conduttore genera un campo elettromagnetico, le cui linee di forza sono abbracciate da ogni altro circuito vicino, il quale al variare della corrente diventa sede di una f. e. m. indotta. In corrispondenza si hanno le perturbazioni dovute alla induzione elettromagnetica.

Si è appunto a causa di siffatti fenomeni che gli elettromagneti degli apparecchi telegrafici, specie quando sono percorsi da deboli correnti di ricezione, vengono perturbati dalle correnti di trasmissione lanciate negli altri fili: inconveniente questo che varia col variare della lunghezza della linea e con la rapidità della trasmissione.

Nè minori sono i disturbi prodotti dai circuiti telefonici su altri vicini, disturbi dei quali per primo il Carty intraprese lo studio (Vedi Proceeding of American Institute of E. E. 1891). Tutta una speciale attività fu svolta per eliminare siffatti inconvenienti, i quali si poterono attenuare applicando nella posa delle linee aeree la regola delle trasposizioni regola che non riesce però ad eliminare completamente l'inconveniente neppure quando si applica alla costruzione dei cavi, non ostante che le coppie di questi siano avvolte ad elica con passo corto. La induzione nei cavi telefonici, specialmente se lunghi e con conduttori di non piccolo diametro, difficilmente si elimina; essa si può ridurre sensibilmente soltanto in grazia di speciali artifici. Grandi difficoltà si trovano poi nel funzionamento di lunghi circuiti telegrafici costituiti da conduttori in cavo; le perturbazioni sono in questo caso maggiori che non in quello di linee aeree e per ridurre i disturbi di carattere elettrostatico occorre schermarne i conduttori con nastro di stagnola o di rame messo a terra.

Tutto ciò ho voluto premettere per far presente che la telegrafia e la telefonia hanno da tempo in casa propria un nemico perturbatore, che i suoi tecnici hanno cercato di combattere con industre accorgimento; e che non poteva certo riuscire gradita la presenza del più grande nemico suscitato dalle forti tensioni e correnti delle linee di trasporto di energia e degli impianti di trazione elettrica.

Illustrare brevemente il quadro dei fenomeni di induzione, esaminare per quanto in iscorcio i diversi lati del problema, dare la sensazione del danno che deriva alla corrispondenza telegrafica e telefonica dai disturbi induttivi, è mio compito modesto di questa mane.

Ed incomincerò con l'indicare quale sia l'ordine di grandezza delle tensioni indotte elettrostaticamente ed elettromagneticamente.

§. 2 - Ordine di grandezza della induzione elettrostatica (1).

Per il calcolo dei voltaggi indotti in funzione di voltaggi inducenti possono valere nel caso di fili paralleli le equazioni lineari di Maxwell, le quali esprimono i potenziali in funzione delle quantità di elettricità, equazioni nelle quali i coefficienti dipendono dai raggi dei fili supposti cilindrici, dalle mutue distanze degli assi, e dalle distanze di questi dalle loro immagini rispetto alla terra considerata come perfettamente conduttrice.

(1) Vedasi appendice 1

Risolvendo queste equazioni rispetto alle quantità di elettricità, si hanno nei coefficienti di potenziale i cosidetti coefficienti di induzione elettrostatica, a cui sono collegati con semplici relazioni le capacità del sistema, ossia le capacità mutue dei fili fra loro e di essi rispetto alla terra. Si può asserire che i risultati del calcolo concordano con quelli desunti dalle misure. Però se semplici sono le relazioni, lungo è il calcolo quando trattasi di molti fili, e perciò è utile ogni studio che tenda a rendere facile il calcolo stesso. (Ved. le varie comunicazioni del Prof. Revessi - Atti A. E. I., 5 febbraio 1913, 5 marzo 1915, 25 maggio 1915).

Nel caso di due fili paralleli l'uno inducente l'altro indotto, la tensione in quest'ultimo quando esso è isolato è uguale a quella inducente moltiplicata per il rapporto fra la capacità mutua dei due fili (evidentemente proporzionale alla lunghezza del parallelismo) e la somma ottenuta aggiungendo a tale capacità quella del filo indotto rispetto alla terra, che è proporzionale alla intera lunghezza di esso (2).

Si deduce che se la lunghezza del filo indotto è uguale a quella del filo inducente la tensione indotta è indipendente dalla lunghezza.

Essa tensione tenderà evidentemente ad abbassarsi quando il filo indotto si prolunga all'infuori della tratta inducente con la sua cosidetta coda elettrostatica a causa appunto della capacità rispetto alla terra della ulteriore parte del detto filo indotto non soggetto direttamente ad influenza.

La corrente di spostamento fra i due fili, nel caso di potenziale inducente alternato, si ottiene moltiplicando la capacità mutua di essi per la differenza delle loro tensioni e per la pulsazione del potenziale inducente. E se il filo indotto è messo alla terra ad una sola estremità, attraverso questa scorre tutta la corrente di spostamento (corrente di induzione elettrostatica), mentre se il filo è messo a terra alle due estremità attraverso ciascuna di esse scorre una metà della corrente anzidetta. Lieve variazione (alle volte dal 5 al 10%) subisce il valore totale di tale corrente allorchè agli estremi si inseriscono apparecchi telegrafici e telefonici. Quanto è detto sopra vale nel caso in cui si possa non tener conto dei complessi fenomeni di propagazione ossia quando la lunghezza del filo indotto sia una non grande frazione della lunghezza d'onda relativa alla pulsazione nella tensione inducente.

Nelle curve della fig. 1 sono rappresentati l'andamento della capacità mutua per km. fra i due fili in funzione della distanza e quello della tensione indotta, corrispondente a un volt di tensione indu-

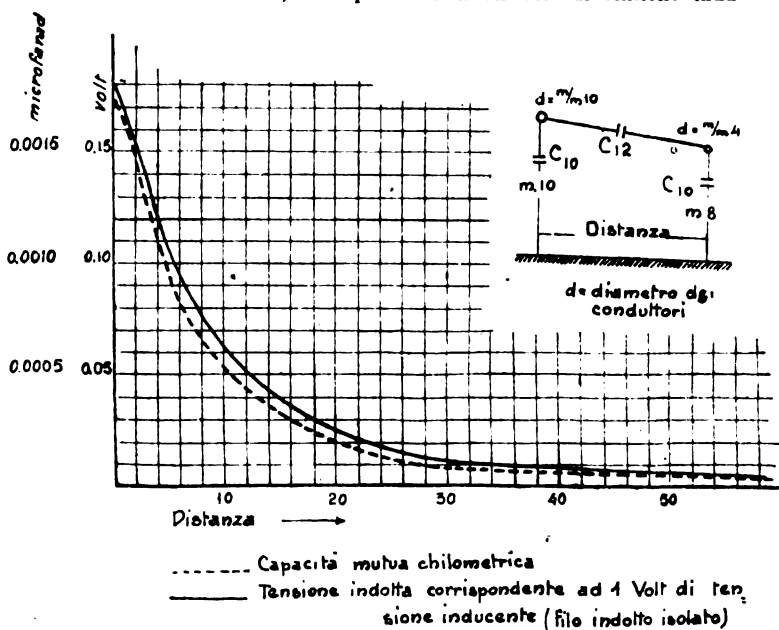



Fig. 1.

cente, nella ipotesi che la capacità del filo indotto rispetto alla terra abbia il valore pratico medio di 8.10^{-9} farad. Si scorge che dette grandezze rispetto alla distanza decrescono prima rapidamente e poi lentamente.

Dalla curva a tratto continuo della fig. 1 rilevasi che per una tensione inducente di 1000 volt, la tensione indotta è di circa 155 volt

(2) Se si indica con c_{12} la capacità mutua per km. fra i due fili inducente ed indotto, con c_{20} la capacità per km. del filo indotto rispetto alla terra, con l_1 la lunghezza del parallelismo, con l la lunghezza del filo indotto, con v_1 la tensione inducente, con v_2 la tensione indotta, si ha:

$$v_2 = \frac{c_{12}\, l_1}{c_{12}\, l_1 + c_{20}\, l}\, v_1$$

ad 1 m di distanza, di 105 volt a 5 metri. E' qui subito da notare che la tensione indotta si riduce di molto (sino al 25%) quando in vicinanza del conduttore inducente corre un filo parallelo a terra (filo

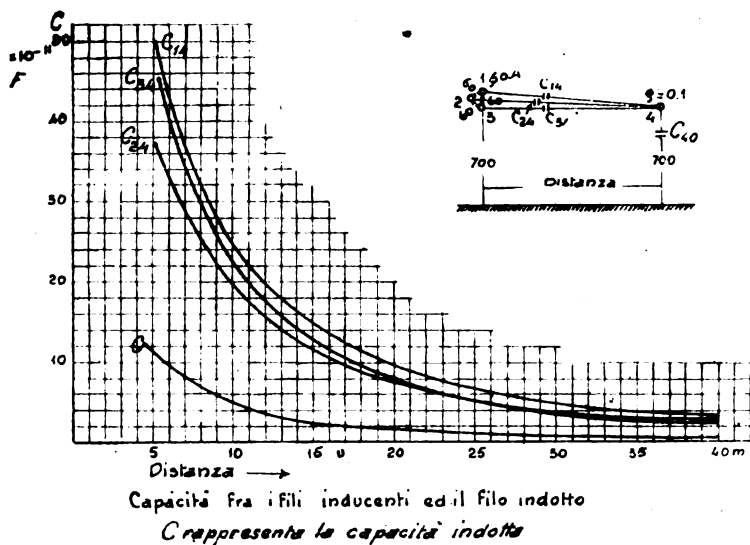



Fig. 2.

di guardia) o quando in vicinanza del conduttore indotto corrono filari di alberi, fili messi a terra ecc.

Nelle condizioni suddette la corrente di spostamento corrispondente alla lunghezza di un km. ed alla frequenza 16 2/3 (frequenza

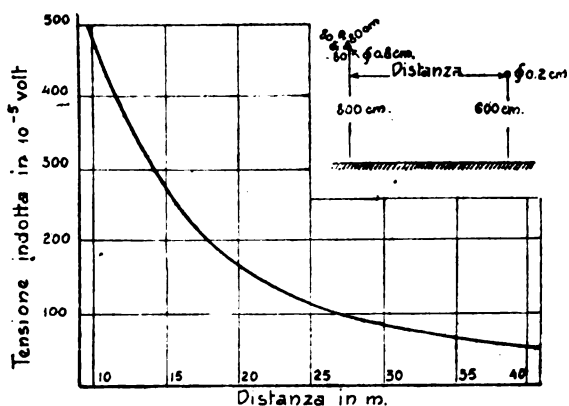
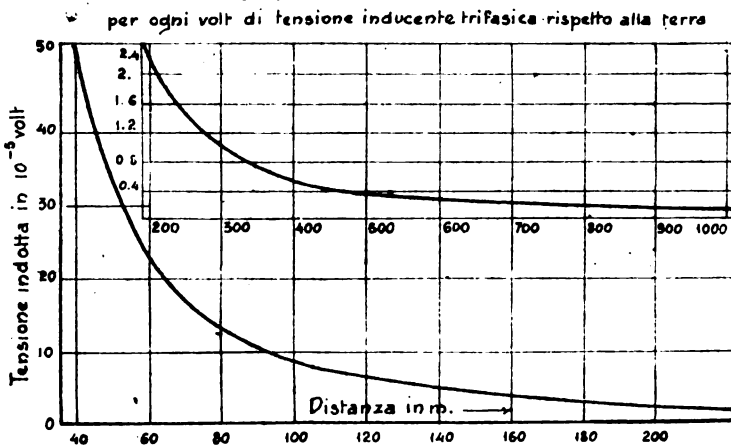



Fig. 3.

della corrente impiegata nella trazione elettrica trifase in Italia) sarebbe la seguente:

Distanza	Tensione indotta ampiezza	Corrente di spostamento ampiezza
metri	Volt	milliampére
1	155	0,124
5	105	0,84
10	60	0,48
20	25	0,20
50	4	0 032

Deducesi che la corrente di spostamento può non essere trascurabile quando la lunghezza del parallelismo è considerevole, la tensione inducente elevata e la frequenza superiore a quella ammessa.

Giova a questo proposito osservare che la sensibilità degli apparecchi telegrafici è dell'ordine di un milliampere (anche meno quando trattasi di relais), che la loro corrente di funzionamento varia dai 10 ai 20 milliampere e che la corrente indotta può essere tollerata a seconda degli apparecchi soltanto nella misura del 10% al 20% della corrente di funzionamento.

Per un circuito telefonico a doppio filo la corrente d'induzione elettrostatica viene calcolata in base a formule più complesse. In prima approssimazione essa può tuttavia assumersi uguale alla metà del prodotto della pulsazione per il potenziale inducente, per la lunghezza di parallelismo, per la differenza delle capacità mutue fra il filo inducente e ciascuno dei fili indotti. Quando il circuito telefonico è distante da 5 a 10 metri dal filo inducente, la differenza delle capacità mutue (Ved. curva a tratteggio fig. 1) è di circa $1/4.10^{-10}$ ed in conseguenza la corrente di spostamento per una frequenza 50 ha una ampiezza di circa 0,004 microampere per Volt inducente e per Km di parallelismo. Per una tensione inducente di 10 000 volt e per un parallelismo di 10 Km la corrente di spostamento (supposta sempre uguale a 50 la frequenza) sarebbe già di 400 microampere, intollerabile in un ricevitore telefonico, la cui sensibilità per le frequenze vocali è dell'ordine dei microampere.

Come diremo in seguito il limite di tolleranza di un ricevitore telefonico alle correnti perturbatrici è in relazione con la frequenza. Evidentemente la corrente sopra calcolata di 400 microampere non potrebbe essere tollerata ove con opportune trasposizioni non si cercasse di ridurre sensibilmente la differenza fra le due capacità mutue.

Se il circuito inducente è costituito da due fili vicini, piccolo sarà il voltaggio indotto su un filo parallelo, risultando esso pressochè proporzionale alla differenza delle capacità mutue fra il filo influenzato e ciascuno dei due fili influenzanti; differenza che praticamente è piccola.

Nel caso in cui il sistema influenzante è costituito da più fili, le formule di Maxwell permettono di poter calcolare le capacità mutue fra i detti fili, e quelle di ciascun filo rispetto alla terra, capacità mediante cui è possibile determinare il voltaggio indotto, quando si conoscano le tensioni inducenti.

Le curve C_{14} C_{24} C_{34} della fig. 2 tratte, come quelle della figure 3, 4, 5 da alcune « Memorie di Brauns » (Archiv fur Post und Telegraphie - Novembre 1909 - E. T. Z. 1913, fasc. 5, 6, 7), danno i valori delle capacità mutue fra ciascuno dei fili di una linea trifase ed un quarto filo, e la curva C dà il valore della capacità risultante [4].

Le curve della fig. 3 danno l'andamento ed i valori della tensione indotta sopra un filo telegrafico da una linea trifase equilibrata. Da esse rilevasi che per una tensione inducente di 100 000 volt rispetto alla terra ed in corrispondenza della distanza di 10, 40, 200, 1000 metri, il voltaggio indotto varia da 500 a 45 a 2,2 a 0,1 volt. Tale tensione è sensibilmente più piccola di quella che si avrebbe se il sistema inducente si riducesse ad un solo filo soggetto alla medesima tensione.

Il fenomeno si svolge diversamente se il sistema trifase non è equilibrato rispetto alla terra. In questo caso le tensioni dei tre fili rispetto alla terra stessa danno una somma vettoriale non nulla, che si dice *voltaggio residuo*; [5] ed il sistema può considerarsi scomposto in un primo sistema equilibrato, nel quale le tensioni rispetto alla terra hanno uguale ampiezza e sono spostate in fase di 1/3 di periodo, talchè la loro somma algebrica è in ogni momento nulla, ed in un secondo sistema nel quale le tensioni rispetto alla terra dei tre fili sono tutte uguali ad 1/3 del voltaggio residuo. Tale voltaggio residuo si può manifestare anche quando le tensioni fra i conduttori sono equilibrate e ciò in conseguenza della differente capacità e conduttanza dei tre fili rispetto alla terra. Siffatta classificazione di tensioni equilibrate e residue rispetto alla terra vale per qualsiasi circuito costituito da due o più fili.

---

[4] La capacità risultante C è definita dalla relazione

$$C = \sqrt{c_{14}^2 + c_{24}^2 + c_{34}^2 - (c_{14}\,c_{24} + c_{14}\,c_{34} + c_{24}\,c_{34})}$$

ed è collegata alle ampiezze reali della tensione indotta V_4 e della tensione inducente V (V è l'ampiezza del potenziale di ciascun filo del sistema trifase rispetto alla terra) dalla relazione

$$V_4 = \frac{C\,V}{c_{40} + c_{14} + c_{24} + c_{34}}$$

in cui c_{40} è la capacità del filo indotto rispetto alla terra. Si rileva che c si può riguardare come la capacità mutua fra il complesso dei tre fili inducenti ed il filo indotto (v. appendice I).

[5] Vedasi *Livingston P. Ferris*, Report n. 51 of the Joint Committee on Inductive Interference = Railroad Commission of the State of California, aprile 1919.

Se nel caso del sistema trifase uno dei fili va a terra, il voltaggio residuo diventa uguale a $\sqrt{3}$ volte la tensione trifasica composta: è quindi da attendersi un rilevante aumento della tensione indotta. Tale aumento risulta chiaro dall'andamento delle curve della fig. 4 le quali mostrano l'effetto della messa a terra delle varie fasi.

Fig. 4.

E' utile osservare sull'argomento che mentre è piccolo l'effetto elettrostatico delle componenti equilibrate e potrebbe essere ridotto con opportune trasposizioni dei fili della linea di energia, più grande è invece l'effetto del voltaggio monofasico residuo, sul quale nessuna influenza hanno le trasposizioni anzidette.

§. 3 - Ordine di grandezza della induzione elettromagnetica [6].

Si sa bene che la f. e. m. indotta è uguale al coefficiente di mutua induzione per la derivata rispetto al tempo della corrente inducente. Ne consegue che quando questa è sinusoidale, tale f. e. m. risulta eguale al prodotto di detto coefficiente per la pulsazione e per la corrente.

Il coefficiente medesimo si sa calcolare quando dei circuiti indotto ed inducente non fa parte la terra. Così nel caso di due fili paralleli facenti parte di due circuiti, l'uno inducente l'altro indotto, con ritorni lontani, il coefficiente di mutua induzione è dato dal prodotto cambiato di segno del doppio della lunghezza della tratta inducente per la differenza fra l'unità ed il logaritmo neperiano del rapporto di due volte la lunghezza di detta tratta alla distanza dei fili, supposta questa piccola di fronte alla prima [7].

Per farsi un'idea della variazione della f. e. m. indotta calcolata in base alla relazione su espressa, sarà utile conoscere che per una corrente di 100 ampere e di frequenza 16, e per distanze da 10 metri a 1000 metri, il voltaggio indotto, desunto dal calcolo, varia

da 60 a 13	volt	per	una	tratta	inducente	di	5 km.
130 a 40	»	»	»	»	»	»	10 »
280 a 107	»	»	»	»	»	»	20 »
820 a 360	»	»	»	»	»	»	50 »

Dai numeri riportati rilevasi che le tensioni indotte elettromagneticamente possono, nel caso considerato, essere rilevanti anche a grande distanza.

Per le f. e. m. indotte si ottengono piccoli valori quando il sistema inducente è costituito da due fili vicini come possono essere quelli di una linea monofase. L'applicazione successiva della formula innanzi indicata per ciascuno dei due fili inducenti conduce ad una espressione semplice del coefficiente di mutua induzione che è dato dal prodotto del doppio della lunghezza per il logaritmo neperiano del rapporto delle distanze del filo indotto dai due fili inducenti [8]; e quando piccolo, come avviene in pratica, è il rapporto di tali due distanze, piccolo risulta il coefficiente di mutua induzione; una maggiore riduzione del suo valore si può ottenere del resto con opportune trasposizioni dei due fili inducenti.

Se il circuito indotto è anch'esso costituito da due fili, il coefficiente in discorso risulta eguale alla differenza dei coefficienti di mutua induzione del circuito inducente rispetto a ciascuno dei fili indotti. Evidentemente in questo caso il coefficiente di mutua induzione diventa ancora più piccolo [9].

Facile risulta pure il calcolo del coefficiente di mutua induzione fra i tre fili di una linea trifase ed un filo indotto, quando il sistema trifase è equilibrato.

Tale coefficiente è piccolo e può essere ulteriormente ridotto con opportune trasposizioni.

La curva della fig. 5 dà l'andamento, rispetto alla distanza del coefficiente di mutua induzione risultante in una linea trifase [10]. A 40 metri esso si riduce a 12 microhenry per km. di modo che la tensione indotta, per una frequenza di 16, per una corrente della ampiezza di 100 ampere e per 10 km. di parallelismo, sarebbe di circa 1.2 microvolt; a 10 metri sarebbe circa 5 microvolt.

Ma un sistema trifase è generalmente squilibrato, nel qual caso è risolubile in tre sistemi: in un sistema trifase equilibrato, in un sistema monofase costituito da due dei fili della linea trifase, e da un terzo sistema monofase costituito dai tre fili in parallelo e dalla terra.

In questo terzo sistema la corrente che circola nei fili è uguale alla cosidetta corrente residua (somma vettoriale delle tre correnti trifasiche squilibrate), la quale va a terra od attraverso le connessioni del neutro con il suolo, quando il montaggio è a stella con neutri a terra, ovvero attraverso la capacità della linea, quando l'impianto è completamente isolato.

La più nociva per i circuiti telegrafici e telefonici è la induzione dovuta al sistema monofase risultante in cui la terra funziona da conduttore di ritorno, non avendo alcuna efficacia rispetto ad essa le trasposizioni dei fili inducenti, le quali invece giovano a ridurre la induzione dipendente dagli altri due sistemi.

Purtroppo le perturbazioni maggiori di carattere elettromagnetico sono quelle provenienti dai circuiti inducenti che hanno il loro ritorno

Fig. 5.

nella terra. Le f. e. m. indotte sono allora paragonabili a quelle prodotte da un circuito inducente avente il conduttore di ritorno a grande distanza.

Imprecisa è la determinazione del coefficiente di mutua induzione quando il conduttore di ritorno per i circuiti inducente e indotto è la terra. La corrente di ritorno si distribuisce allora largamente e profondamente nel terreno, di guisa che viene a mancare una attendibile base per il calcolo. I dati dell'esperienza soltanto possono in questo

(6) Vedasi appendice II.

(7) Se si indica con M il coefficiente di mutua induzione espresso in Henry con l la lunghezza del parallelismo, espressa in km., con d la distanza fra i due fili si ha:

$$M = 2\,l\,(\log_e \frac{2\,l}{d} - 1)\ 10^{-4}\ H.$$

La f. e. m. indotta è data da $e = \omega\,M\,I$ in cui I è la corrente inducente, ω la sua pulsazione.

(8) Se $d_1\ d_2$ sono le distanze del filo indotto dai due fili inducenti, si ha

$$M = 2\,l\ 10^{-4} \log_e \frac{d_2}{d_1}\ H$$

in cui l si suppone espressa in km.

(9) Se $d_1\ d_2$, $d_1'\ d_2'$ sono le distanze dei due fili indotti dai due fili inducenti, si ha:

$$M = 2\,l \left(\log_e \frac{d_2}{d_1} - \log_e \frac{d_2'}{d_1'}\right)\ 10^{-4}\ H$$

in cui l è espresso in km.

(10) Vedasi appendice II.

caso permetterci la predeterminazione del coefficiente di mutua induzione. Un modo di esprimere il risultato è quello di determinare la distanza dal filo aereo a cui si deve immaginare collocato entro la terra un filo parallelo ad esso, e giacente nello stesso piano verticale (filo immagine convogliante la corrente di ritorno) affinchè il valore della tensione elettromagnetica indotta calcolato in base a tale sistema coincida con quella misurata. E' un modo questo di presentare i risultati, che non corrisponde al fenomeno fisico, giacchè i filetti di corrente si distribuiscono con legge che dipende certamente dalla resistività del terreno, ma che non si può predeterminare, e quindi non si sa se si possa sostituire al sistema dei filetti una linea baricentrica. Il valore della profondità della immagine è perciò da considerare soltanto come un parametro convenzionale che dà la misura della induzione elettromagnetica. Se grande è la profondità della immagine, grande è la superficie della maglia inducente e grande quindi la f. e. m. indotta in un circuito di non piccolissima maglia.

La determinazione sperimentale della profondità della immagine è particolarmente importante per lo studio dei fenomeni induttivi connessi ai sistemi di trazione elettrica (monofase, trifase, continua) che impiegano come conduttore le rotaie non isolate dal terreno.

L'Istituto Superiore P. T. T. in collaborazione con l'Ing. Comm. Donati Capo dell'Ufficio elettrificazione delle Ferrovie dello Stato, hanno avuto occasione di eseguire vari esperimenti sul soggetto. Non è mia intensione riferire ora sui risultati di tali esperimenti. Dirò soltanto che, misurate le f. e. m. indotte su circuiti unifilari vicini e lontani ai conduttori della trazione elettrica in corrispondenza di correnti fisse circolanti nei detti conduttori messi in corto circuito alle rotaie (nelle quali alcune volte vennero inclusi amperometri per misurare in vari punti la corrente), si trovarono per la profondità valori variabili da 500 a 5000 metri.

Le f. e. m. indotte trovate nei circuiti posati in sede ferroviaria (distanza media logaritmica da 4 a 5 metri) furono dell'ordine di circa 8 volt per 100 ampere e per Km. In un circuito, la cui distanza media logaritmica dell'asse dei binari della ferrovia Bardonecchia-Oulx era di circa 70 metri, si trovò una f. e. m. indotta di circa 3,5 volt per 100 ampere e per Km. (la corrente media convogliata nelle rotaie era di circa il 60% di quella circolante nei fili aerei). Alla distanza media logaritmica di circa 2000 metri si trovò un voltaggio di 1 a 1,4 volt per 100 ampere e per Km.

Nei tre casi considerati si sarebbe avuta per 500 ampere e per 20 Km. di parallelismo una tensione indotta di volt

800, 350, 100 a 140,

qualora non fossero intervenuti fenomeni di compensazione di cui parlerò in appresso.

Voltaggi dell'ordine indicato ed anche 3 o 4 volte maggiori si possono del resto manifestare in caso di corti circuiti.

Giova rilevare che l'induzione suddetta è dovuta quasi completamente alla corrente circolante nel terreno, giacchè, risolto in due il sistema inducente, che per semplicità supponiamo monofase, uno dei quali costituito dal filo aereo e dalle rotaie con corrente uguale a quella circolante in queste ultime, l'altro costituito dal filo aereo e dalla sua immagine con corrente uguale a quella dispersa nella terra, il primo sistema, a causa della sua relativamente stretta maglia, non induce sopra il filo che una piccola f. e. m. specialmente se esso è lontano. Evidentemente se tutta la corrente fosse convogliata sulle rotaie, la f. e. m. indotta risulterebbe di valore limitato. Ciò spiega come le correnti residue riescono molto nocive anche se di limitata intensità. In base ai dati sopra riportati basterebbe una corrente residua di 10 Amp. per provocare sopra un circuito unifilare posto alla distanza di 70 metri e parallelo per 100 Km. alla linea ad alta tensione, una f. e. m. indotta di 425 volt per una frequenza di 50.

Considerevole in conseguenza potrà essere l'induzione prodotta dalle armoniche superiori, non ostante la loro limitata ampiezza rispetto all'armonica fondamentale.

Da tutto ciò rilevasi che le maggiori perturbazioni ai circuiti telegrafici e telefonici sono prodotte dagli impianti di trazione elettrica e da quelle linee di trasporto di energia in cui sia considerevole la corrente residua.

§. 4 – Principali disturbi nei circuiti telegrafici e telefonici.

Quali le conseguenze delle forti tensioni e correnti indotte nei circuiti telegrafici e telefonici?

Esse sono state messe in rilievo in tutti i paesi e possono riassumersi come appresso: [11]

a) Interruzione del servizio.

Le f. e. m. indotte possono essere così elevate da mettere a terra gli scaricatori inseriti nei circuiti telegrafici o telefonici e fondere le valvole. La riparazione non si può fare sollecitamente se gli organi di protezione sono lontani dall'Ufficio. Può avvenire inoltre che le tensioni indotte, insufficienti a far funzionare i protettori, possano danneggiare l'isolamento dei conduttori interni (l'isolamento non può essere molto grande, specie quando si tratta di un gran numero di conduttori che deve far capo ad una Centrale telefonica) provocando contatti incerti e rendendo difficile il servizio.

b) False chiamate nei circuiti telefonici.

Le f. e. m. indotte possono far funzionare le suonerie e gli avvisatori di chiamata, e se dei corti circuiti si producono sulla linea di trazione vicina ad un fascio di fili telefonici, centinaia di suonerie possono essere azionate.

c) Perturbazioni nelle trasmissioni telefoniche.

Si sa che basta una potenza inferiore a 1/10 di microwatt quando la frequenza della corrente alternata è uguale a quella della voce umana, per produrre un suono udibile in un ricevitore telefonico.

In un circuito telefonico ben equilibrato le correnti indotte che pur circolano nei singoli fili si compensano alle estremità, di guisa che gli apparecchi non sono perturbati, ma se si manifesta una dissimetria di capacità, di isolamento etc. l'equilibrio del circuito si rompe ed il telefono funziona, con che la conversazione viene perturbata e l'efficienza del circuito telefonico ridotta.

La corrente di trazione (a 16 o 25 periodi) non produce perturbazioni; ma se l'onda si deforma sotto una influenza qualunque (a causa per esempio della saturazione del ferro di un trasformatore) o se si manifestano armoniche di dentatura dei motori, allora i circuiti telefonici vicini vengono assoggettati a disturbi molto intensi.

Anche se le linee telefoniche venissero convogliate in cavo nelle tratte prossime alle linee di trasporto di energia che danno luogo a forti correnti residue, e specialmente prossime agli impianti di trazione, non verrebbe a mancare la possibilità di disturbi in conseguenza di eventuali dissimetrie nei tratti aerei. Inoltre è da rilevare che se per i conduttori di un cavo è nulla la induzione elettrostatica ed è piccola, quasi trascurabile, la tensione indotta elettromagnetica fra i fili della stessa coppia, a causa della loro vicinanza e dell'avvolgimento ad elica di essi, può invece risultare considerevole la tensione dell'insieme dei due fili considerati in parallelo (tensione longitudinale) rispetto al tubo di piombo, ciò che può causare i disturbi di cui in a) e provocare la fulminazione del cavo in caso di corti circuiti nella linea inducente.

Dal punto di vista della maggiore utilizzazione degli impianti telegrafici e telefonici è poi da rilevare che posando un cavo in prossimità della trazione, si viene a rinunziare ai vantaggi tecnici ed economici dei sistemi di telegrafia e telefonia simultanea, per i quali si fa uso della terra, come conduttore di ritorno.

d) Perturbazioni nelle trasmissioni telegrafiche.

Una corrente indotta della intensità di qualche milliampere a 25 p. può già turbare la trasmissione Morse, gli apparecchi rapidi possono essere più o meno perturbati da una corrente parassita, anche se molto piccola.

e) Magnetizzazione dei rocchetti Pupin.

Come è noto, la induttanza e la resistenza effettiva delle bobine debbono rimanere costanti. Ora tutte le correnti continue ed alternate, di una intensità superiore a quella delle correnti telegrafiche, sono suscettibili di magnetizzare i nuclei di queste bobine, cioè di cambiare lo stato magnetico (e specialmente la permeabilità magnetica) del ferro dei nuclei; da ciò deriva diminuzione della resistenza effettiva e della induttanza delle bobine. Dalle constatazioni fatte in America, è risultato che è quasi sempre impossibile di smagnetizzare le bobine Pupin sul posto e che inoltre, quando esse sono state attraversate da una corrente di grande intensità, riesce impossibile smagnetizzarle, di guisa che diventano inservibili.

f) Rischi di incendio.

Poichè, come ho detto, in uno spazio limitato devono essere raccolti molti fili, l'isolamento di questi non può essere elevato. Tensioni di 200 volt ed anche meno possono costituire rischi di incendio.

g) Chocs elettrici.

Al momento di un corto circuito o di manovre degli interruttori, si possono manifestare tensioni pericolose per gli impiegati e per gli operai che lavorano sulle linee.

h) Chocs acustici.

Molte volte le tensioni indotte provocano improvvise e forti oscillazioni della membrana del ricevitore così da produrre danno all'organo uditivo.

---

[11] Vedi *Warren*: Inductive effects of alternating current railroads on comunication circuits. Proceedings of American Institute of Electrical Envineers - 1918 e *Valensi*: Remarques sur les conséquences de l'Electrification (Annales des Postes et Télégraphes - 1919).

§. 5 – Dispositivi antiinduttivi.

Vari accorgimenti e dispositivi sono stati adottati e sperimentati tanto negli impianti inducenti quanto in quelli indotti, al fine di ridurre le perturbazioni nei circuiti telegrafici e telefonici. Giova passarli rapidamente in rivista.

A) *Dispositivi introdotti negli impianti inducenti.*

Come si è detto le maggiori perturbazioni si hanno in conseguenza della induzione elettromagnetica dovuta alla corrente residua. Ogni rimedio quindi che tenda a limitare tale corrente non può che riuscire utile. Giova in proposito distinguere gli impianti di trazione dagli altri di trasporto e distribuzione di energia.

1) *Impianti di trazione.*

In tali impianti occorre cercare di localizzare nelle rotaie la corrente di ritorno di guisa che piccola risulti la corrente derivata nel terreno. Qualsiasi miglioramento nella esecuzione dei giunti riesce, per un tale scopo, sommamente vantaggioso.

E' poi evidente che la dispersione della corrente nel terreno è tanto più piccola quanto più piccola è la lunghezza della tratta compresa fra il punto di alimentazione e quello di utilizzazione. Riesce perciò particolarmente utile la frequenza di sottostazioni di alimentazione le quali, per altro, producono un più rilevante effetto benefico, derivante dal fatto che le correnti che circolano nel circuito inducente fra le sottostazioni ed il locomotore sono di senso contrario ed inducono in un filo parallelo f. e. m. pure di senso contrario. Da esperimenti fatti sugli impianti trifasici italiani, (Bussoleno-Bardonecchia-Modane; Genova-Savona; Savona-S. Giuseppe Ceva; Monza-Lecco; Torino-Pinerolo) si è rilevato che quando le sottostazioni sono alla distanza variabile di 10 a 15 km., la f. e. m. indotta nei circuiti vicini paralleli alla ferrovia si riduceva a circa 1/5 di quella che si aveva quando l'alimentazione avveniva da una parte sola.

A conseguire gli scopi accennati di evitare la dispersione di corrente nel terreno e di provocare nei conduttori inducenti correnti di senso contrario sono stati impiegati all'estero speciali dispositivi sugli impianti di trazione monofase. I più efficaci fra essi si sono dimostrati quello del *feeder ausiliario*, impiegato in America sulla linea monofase Woodlawn-Stamford, e quello dei cosidetti *trasformatori succhiatori* impiegato pure in America su altre linee (Ved. WARREN e

Dispositivo del feeder ausiliario

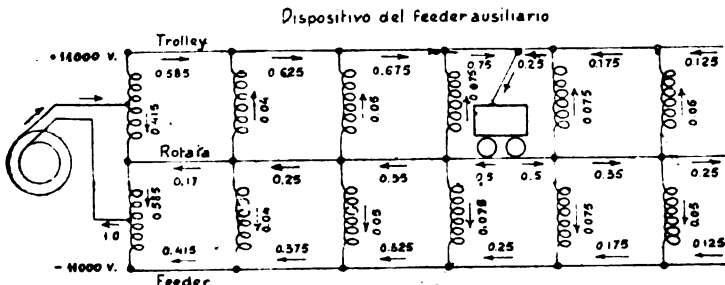



Fig. 6.

VALENSI, Memorie citate — HOWE, Troubles d'induction - Annales des Postes et Télégraphes 1913, p. 220).

La figura 6 rappresenta il primo dispositivo così come viene impiegato nella linea indicata.

La tensione di 11 000 Volt viene elevata nell'Officina generatrice a 22 000 Volt mediante un autotrasformatore i cui estremi sono connessi al filo di contatto ed al feeder, mentre il centro è collegato alle rotaie rispetto alle quali i due fili aerei hanno le tensioni di $+ 11\,000$ e $- 11\,000$ Volt. Lungo la strada alla distanza di due miglia (un miglio uguale metri 1609) sono inseriti degli autotrasformatori della potenza di 2000 kVA con gli estremi connessi ai due fili e con centro collegato alle rotaie.

In queste condizioni una parte della corrente di ritorno percorre le rotaie e la terra, ed un'altra parte il feeder. Quanto alla corrente nelle rotaie, essa è massima nella sezione limitata dai due trasformatori contigui, fra i quali trovasi il locomotore; e poichè tale sezione ha breve lunghezza, poca corrente si disperde nel suolo. Al di fuori di questa sezione la corrente nelle rotaie è più piccola, mentre più grande diventa invece quella nel feeder. Con questo sistema si cerca quindi di localizzare le correnti inducenti nei tre conduttori: filo di trolley, feeder e rotaie; e siccome la corrente in uno di tali conduttori è uguale e di senso contrario alla somma delle altre due, la induzione elettromagnetica risultante è piccola. In pratica però si è rilevato che una parte della corrente tende a ritornare per le rotaie nella Officina, disperdendosi nel terreno lungo il tragitto ciò che altera le condizioni sopra specificate e riduce l'effetto compensatore. Maggiormente efficace risulta il sistema per quanto concerne la compensazione degli effetti elettrostatici dovuta al fatto che il filo di trolley ed il feeder sono portati ai potenziali di $+ 11\,000$ e $- 11\,000$ Volt.

Il secondo dispositivo, quello dei trasformatori succhiatori, è rappresentato dalla fig. 7.

A frequenti intervalli (circa un miglio di distanza in alcuni casi mezzo miglio) è inserito nel filo di trolley il primario di un trasformatore della potenza di 80 kVA il cui secondario è collegato ai

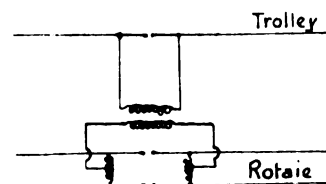



Fig. 7.

punti medi di due derivazioni induttive, applicate alle rotaie da una parte e dall'altra di un giunto isolante. Il trasformatore è studiato in modo che la corrente nei punti delle rotaie in cui esso è inserito risulti uguale a quella circolante nel filo di trolley. In tal modo si riesce a render piccole fra due trasformatori contigui le derivazioni di corrente nel terreno, ed a localizzare perciò nelle rotaie la maggior parte della corrente di ritorno.

Il dispositivo non è privo di inconvenienti nel caso di corti circuiti, venendo allora a generarsi, a causa della saturazione del ferro dei trasformatori succhiatori, una terza armonica di intensità elevata, la quale si disperde nel terreno, perturbando i circuiti telefonici vicini.

Una variante di questo dispositivo è stata esperimentata sull'impianto di trazione monofase Dessau-Bitterfeld.

Uno degli avvolgimenti del trasformatore, anzichè inserito nelle rotaie, veniva incluso in un feeder, che ad intervalli era collegato direttamente alle rotaie. Questa variante, per quanto più costosa, rende il dispositivo più efficace.

Non si può ritenere che i sistemi accennati eliminino completamente i fenomeni induttivi e che consentano l'esercizio dei circuiti telegrafici e telefonici molto vicini ai conduttori della trazione; tuttavia un vantaggio essi certamente presentano, in quanto che riducono il raggio entro cui i fenomeni induttivi sono sensibili.

2) *Linee elettriche per trasmissione e distribuzione di energia.*

Come ho accennato anche i circuiti per trasmissione e di distribuzione di energia possono provocare rilevanti disturbi induttivi sui circuiti telegrafici e telefonici paralleli, disturbi causati o dalle componenti delle tensioni e correnti equilibrate, oppure dalle tensioni e correnti residue. I disturbi della prima specie, dipendenti dalla circostanza che i fili perturbanti non si trovano nella medesima posizione rispetto alla terra ed al filo perturbato, si possono ridurre [12] effettuando delle trasposizioni sui fili inducenti, come si rileva nella fig. 8 che si riferisce al caso di una linea trifase. Se il circuito indotto è un circuito telefonico bifilare converrà effettuare altresì su di esso delle rotazioni.

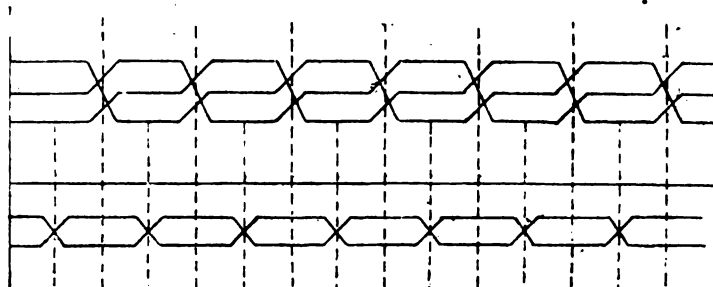
Trasposizioni e rotazioni debbono essere poi opportunamente coordinate al fine di rendere minimo rispetto alle componenti equilibrate

Trasposizioni di una linea trifasica rispetto ad un circuito unifilare.
Coordinazione delle trasposizioni di una linea trifasica e delle rotazioni di un circuito telefonico.

Fig. 8.

il voltaggio indotto fra i fili telefonici presi in parallelo e la terra (voltaggio longitudinale), nonchè quello fra i due fili telefonici (vol-

[12] V. Report n. 66 of the Joint Committee on inductive Interference p. 1017 (opera citata); *Valensi:* Règles générales suivies aux Etats-Unis pour protéger les lignes téléphoniques contre les lignes triphasées – (Annales des Postes et télégraphes 1918, pag. 526).

taggio trasversale); ed al fine altresì di rendere minimo rispetto alla tensione ed alle correnti residue il voltaggio indotto fra i due fili. Siffatta coordinazione, intesa a rendere concomitanti gli effetti delle trasposizioni e rotazioni si presenta però in pratica difficile quando trattasi di una linea telefonica costituita da molti circuiti.

Per quanto si è detto innanzi nessuna efficacia diretta hanno le trasposizioni sul voltaggio indotto fra i fili e la terra causato dalla tensione e dalla corrente residua; esse però ne hanno una indiretta, giacchè per il fatto che le caratteristiche elettriche dei tre fili tendono a diventare eguali, il voltaggio residuo e la corrente residua diminuiscono.

La riduzione delle tensioni indotte rispetto alla terra non si può d'altronde ottenere che riducendo tensioni e correnti residue.

E' opportuno a questo proposito ricordare che i maggiori disturbi si hanno per effetto della corrente residua, ed è opportuno altresì osservare che tale corrente assume i valori maggiori in quelle linee trifasiche nelle quali i generatori ed i trasformatori sono montati a stella con due o più punti neutri alla terra. In tal caso, quando il carico sulle tre fasi è ineguale, si avrà una corrente residua (somma vettoriale delle tre correnti) tanto più grande quando maggiore è lo squilibrio; ma anche quando il sistema è equilibrato, poichè le macchine generano ed i trasformatori introducono armoniche superiori, e poichè la terza armonica e le armoniche multiple dispari di 3 compaiono nei tre fili rispettivamente con la medesima fase, la corrente residua risulterà uguale alla somma di tali armoniche, le quali, a causa della loro alta frequenza, possono perturbare notevolmente la corrispondenza telefonica. Il rimedio a siffatti inconvenienti deve pertanto trovarsi:

1° — nella soppressione di ogni comunicazione diretta con la terra della linea e delle rete ch'essa alimenta, giacchè in questo caso le correnti residue sono piccole siccome soltanto dovute a differenze di caratteristiche elettriche dei tre fili rispetto alla terra; differenze che si possono come si è detto, ridurre mediante trasposizioni.

2° — nella riduzione delle armoniche superiori prodotte dalle macchine (armoniche di dentatura, armoniche dovute alla non sinusoidale ripartizione del flusso, armoniche dipendenti dalla disposizione dei conduttori dell'avvolgimento indotto) sia mediante una più accurata e giudiziosa costruzione di esse, sia mediante l'applicazione di opportuni dispositivi atti a smorzare le predette armoniche. Conviene osservare che armoniche superiori si trovano anche nelle reti di distribuzione per corrente continua, venendo esse generate sia dalle macchine giranti, come dinamo, motori, commutatrici, sia dai raddrizzatori statici, come i convertitori a vapori di mercurio.

3° — nella riduzione dell'ampiezza delle armoniche introdotte dai trasformatori statici (e che sono specialmente la terza e la quinta) a causa dei fenomeni di saturazione e di isteresi magnetica del ferro.

Risulta a tal uopo particolarmente vantaggioso il collegamento triangolo-triangolo degli avvolgimenti primari e secondari dei trasformatori trifasici, in quanto che in tal caso le componenti di corrente d'ordine 3 rimangono localizzate nel circuito chiuso costituito dai tre avvolgimenti primari. Una sensibile riduzione della terza armonica si può ottenere anche quando al collegamento a stella dei primari si faccia corrispondere il collegamento a triangolo dei secondari.

Le considerazioni sinora svolte circa la manifestazione delle tensioni e correnti residue si riferiscono alle condizioni normali di esercizio; ma tali tensioni e correnti possono diventare maggiori e quindi più pregiudizievoli alle comunicazioni telegrafiche e telefoniche ed alla sicurezza delle persone nel caso di messa a terra o di rottura dei fili. Accurata sorveglianza e manutenzione si richiedono quindi da parte dell'esercente l'impianto elettrico, perchè tali accidenti non si manifestino con frequenza.

B) *Dispositivi introdotti negli impianti telegrafici e telefonici.*

1) *Circuiti telegrafici.*

Molti dispositivi per quanto di scarsa efficacia sono stati escogitati per ridurre la corrente indotta nei circuiti o negli apparati telegrafici (Vedasi: Devaux Charbonnel: Le télégraphe et la traction monophasée - La lumière éléctrique - anno 1916).

Sono fra essi da notare:

a) i dispositivi che utilizzano la inclusione di resistenze induttive zavorra, le quali, a causa della loro induttanza e resistenza effettiva, aumentano la impedenza rispetto alla corrente perturbante, senza per altro provocare un notevole aumento di resistenza ohmica rispetto alla corrente continua. Si viene così ad accentuare quella naturale difesa che alle correnti indotte oppongono con la loro elevata impedenza gli elettromagneti di alcune macchine telegrafiche, come la Morse, la Hughes, la Wheatstone.

Però si è subito arrestati su tale via, giacchè presto si raggiunge il limite al di là del quale l'aumento di induttanza produce un aumento della costante di tempo elettromagnetica del circuito incompatibile con la velocità di trasmissione propria di ciascun sistema telegrafico;

b) i dispositivi mercè cui gli apparati riceventi vengono shuntati mediante derivazioni che alla corrente alternata offrono una via di minore impedenza. Tali sono i dispositivi rappresentati negli schemi delle fig. 9, 10, 11.

Lo shunt indicato nella fig. 9 è costituito da semplice resistenza; la corrente perturbante è derivata attraverso di essa in una misura tanto maggiore quanto minore è il rapporto fra detta resistenza e la

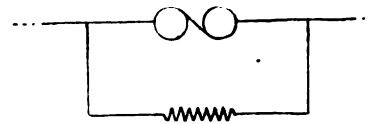



Fig. 9.

impedenza dell'apparato ricevente. L'artificio però non può in generale che riuscire nocivo alla corrispondenza telegrafica sia perchè esso provoca una diminuzione di corrente nell'apparato ricevente sia perchè ne aumenta la costante di tempo. Per ovviare in parte a tale inconveniente occorre aumentare, compatibilmente con le caratteristiche e le altre esigenze degli impianti telegrafici, la f. e. m.; ma, esaminata la questione da un tal punto di vista, si riconosce facilmente che l'impiego dello shunt non si manifesta più efficace della inclusione in serie di una appropriata resistenza zavorra.

Invece che una resistenza si può applicare, in derivazione sull'apparato, un condensatore come è indicato nella fig. 10.

Il condensatore si oppone con una impedenza infinita al passaggio della corrente continua e con una impedenza finita, che diminuisce con

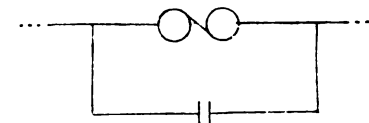



Fig. 10.

l'aumentare della capacità, a quello della corrente perturbante. Aumentando convenientemente detta capacità, si può fare in modo che soltanto una piccola parte di quest'ultima corrente percorra l'apparato telegrafico.

Il condensatore può essere collegato in serie con una induttanza, come è mostrato nella fig. 11.

Capacità e induttanza si possono allora scegliere in maniera che risulti soddisfatta la condizione di risonanza per la corrente perturbante, in guisa che la corrispondente impedenza dello shunt si riduca

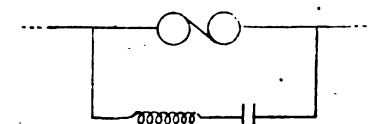



Fig 11.

alla sola resistenza. Contro l'adozione di tali due dispositivi è da osservare che il funzionamento degli apparati telegrafici avviene durante il periodo variabile e non durante il periodo di regime, ragione per cui gli shunt influiscono anche in questo caso sulla trasmissione, che viene generalmente danneggiata, essendo ben difficile trovare per l'induttanza e per la capacità dei valori che soddisfino alla doppia condizione di render nullo sugli apparati l'effetto della corrente perturbante e di non nuocere alla trasmissione telegrafica.

In merito ai dispositivi sinora accennati, va rilevato che la loro inefficacia è aumentata dalla circostanza che la corrente perturbante non è costituita dalla sola armonica fondamentale, ma anche da armoniche superiori, il che rende difficile la opportuna determinazione dei valori degli shunt quando essi siano costituiti da induttanze e capacità. Inoltre la continua variabilità della intensità della corrente perturbante non permette alcuna stabilità di regolaggio degli apparecchi riceventi.

c) i dispositivi mediante i quali si cerca o di rendere nulla la corrente o nulla la sua azione nell'apparato ricevente.

Fra i dispositivi della prima specie è da notare quello a ponte di Wheatstone indicato nella fig. 12 in cui due lati opposti sono costituiti da pure resistenze e gli altri due da induttanze e capacità in serie, le quali sono calcolate in modo che quando per la frequenza della corrente perturbante è soddisfatta la condizione di risonanza, i quattro lati del ponte risultano eguali, cosicchè la diagonale, nella

quale trovasi inserito l'apparato ricevente, non viene attraversata da tale corrente. La corrente telegrafica invece, supposta continua, investe l'apparato attraverso i lati costituiti da sole resistenze. Si può obiettare che la corrente perturbante contiene, insieme alla fondamentale, armoniche superiori per le quali non è soddisfatta la condizione di ri-

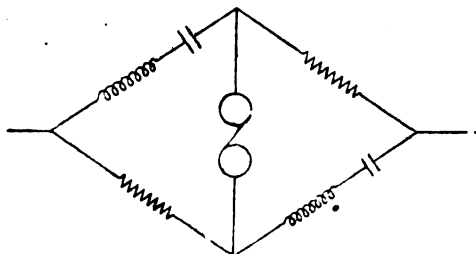



Fig. 12.

sonanza, e che inoltre la corrente telegrafica non è continua e determina il funzionamento dell'apparato durante il periodo variabile e non durante il periodo di regime. Tuttociò rende inefficace il dispositivo accennato.

Fra i dispositivi della seconda specie, è da citare quello in cui l'elettromagnete costituente l'apparato ricevente contiene due avvolgimenti uguali inseriti nella linea, l'uno attraverso una resistenza, l'altro

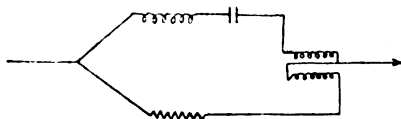



Fig. 13.

attraverso una self di resistenza uguale alla precedente, in serie con una capacità (dispositivo Girousse fig. 13).

Se è soddisfatta la condizione di risonanza, i due avvolgimenti sono percorsi da correnti uguali e di segno contrario, per modo che l'apparato non funziona, mentre esso invece funziona per la corrente telegrafica, che attraversa il ramo costituito da sola resistenza. Valgono per questo dispositivo le stesse obiezioni fatte precedentemente. E' stato anche sperimentato, senza pratico successo, l'impiego di un trasformatore, del quale il primario, inserito nella linea, veniva collegato ad uno degli avvolgimenti dello elettromagnete sopra indicato, mentre il secondario era chiuso sull'altro avvolgimento. Si può facilmente rilevare che le correnti nei due avvolgimenti risultano di segno opposto, ma non eguali.

d) dispositivi mediante cui alla f. e. m. indotta si cerca di contrapporre una f. e. m. uguale e di segno contrario.

L'annullamento della f. e. m. risultante si riesce ad ottenere solo nel caso in cui si impieghi anche per il telegrafo il doppio filo. Indipendentemente dalle difficoltà di carattere finanziario, una tale soluzione obbliga (e ciò costituisce un grave inconveniente) ad impiegare una pila separata per ogni circuito, mentre ora viene per tutti i circuiti impiegata una unica pila con polo a terra.

Si è ricorso anche in Italia a speciali per quanto non semplici espedienti atti a permettere l'impiego di una pila comune per diversi circuiti, ma non sembra che siffatti espedienti possano essere estesi. L'adozione, pure per il telegrafo, del circuito completamente metallico obbligherebbe poi a raddoppiare circuiti lunghi centinaia di chilometri, anche quando il parallelismo fra i conduttori a debole e forte corrente si verificasse per una sola parte di essi.

Si è cercato in questi casi di limitare l'uso del filo di ritorno impiegandolo soltanto fra l'ufficio telegrafico più vicino alla tratta perturbata e l'estremità di questa, ove detto filo viene messo a terra. Tale raddoppio parziale non riesce sempre efficace, specie se trattasi di lunghi circuiti, non verificandosi la compensazione delle f. e. m. indotte nei due fili, anche perchè la propagazione del disturbo avviene lungo di essi in modo diverso.

Non è stato ad esempio possibile per alcuni circuiti fra Torino e la Francia, disturbati dalla trazione ferroviaria, utilizzare i fili di ritorno esistenti fra Torino e Modane, dove essi erano messi a terra (fra Modane e Chiomonte i fili di andata e di ritorno erano costituiti da conduttori delle stesse coppie del cavo ferroviario soggetto a induzione, mentre fra Chiomonte e Torino erano costituiti da fili aerei).

Il raddoppio parziale può essere efficace solo quando il circuito unifilare venga lungo la tratta perturbata sostituito da un circuito bifilare connesso mediante relais alle parti contigue del rimanente circuito unifilare; ma l'impiego di relais non è immune da inconvenienti anche per la continua sorveglianza che richiedono e, comunque, se essi possono essere adottati in alcuni casi, non possono essere suggeriti come rimedio radicale e generale. Le difficoltà di sorveglianza verrebbero ad essere diminuite ove le tratte di circuito bifilari ed unifilari si connettessero per mezzo di trasformatori, il cui uso per le trasmissioni rapide si sta esperimentando anche presso di noi.

Altro mezzo per compensare la f. e. m. indotta è quello di inserire in un filo, situato vicino al filo disturbato e messo a terra alle due estremità della tratta di parallelismo, un avvolgimento di un trasformatore di cui l'altro è incluso sopra il filo telegrafico, nel quale viene così ad agire una f. e. m. di senso opposto a quella indotta. La compensazione però non riesce purtroppo soddisfacente e d'altra parte si viene ad inserire nel circuito una self che può essere nociva alla rapidità della trasmissione.

2) *Circuiti telefonici.*

Come fu già messo in rilievo, anche i circuiti telefonici, per quanto a doppio filo, possono essere soggetti a disturbi per il fatto che le tensioni indotte elettrostaticamente ed elettromagneticamente nei due fili non sono eguali, a causa della diversa posizione di essi rispetto al sistema inducente, cosicchè gli apparecchi risultano soggetti a tensioni che, sebbene piccole, possono, data l'alta sensibilità del telefono, riuscire di nocumento alla corrispondenza.

Una tale tensione può essere ridotta scambiando ad intervalli la posizione dei due fili ossia effettuando delle trasposizioni; ma le dissimetrie elettriche, specialmente di isolamento, che si possono manifestare lungo il circuito e che sono praticamente inevitabili, rendono malsicuro il funzionamento del circuito stesso. Nè è possibile attendere, dall'impiego di dispositivi da applicare agli apparecchi ed analoghi a quelli esperimentati per il telegrafo, la eliminazione dei disturbi, perchè, a prescindere da ogni altra considerazione, contenendo il voltaggio e la corrente inducenti armoniche superiori, le cui frequenze sono dell'ordine di quelle delle armoniche telefoniche, non si potrebbero sopprimere le prime senza sopprimere le seconde.

Siffatti dispositivi possono essere utili in casi speciali, come in quello dei circuiti vicini alle linee ad alta tensione (destinati alle comunicazioni di servizio), nei quali si ritiene vantaggioso eliminare o l'armonica fondamentale ovvero un'altra armonica di bassa frequenza.

Nei circuiti del genere vengono adoperati gli apparecchi Perego (costruiti in modo da difendere l'utente da elevate tensioni indotte), il cui circuito ricevente collegato induttivamente alla linea è costituito da una rete di conduttori dotati di induttanza e capacità variabili in modo che nel ramo in cui è inserito il telefono risulti nulla la corrente corrispondente all'armonica perturbante.

Indipendentemente poi dagli effetti direttamente nocivi alla corrispondenza e prodotti dal voltaggio indotto fra i fili, sono da considerarsi quelli dipendenti dal voltaggio indotto elettrostatico od elettromagnetico fra l'insieme dei due fili e la terra, voltaggio che può essere rilevante, e tale da adescare gli scaricatori, con conseguente messa a terra dei fili stessi e fulminazioni di valvole o di apparati. La tensione elettrostatica indotta può essere abbassata o inserendo delle capacità in derivazione, ovvero impiegando bobine scaricatrici come quelle Perego, costituite da due avvolgimenti, di cui il punto medio è collegato alla terra e le estremità collegate ai fili. I due avvolgimenti sono tali che presentano una self rilevante quando sono percorsi da correnti prodotte da voltaggi fra i due fili e quindi oppongono una grande impedenza alle correnti telefoniche, mentre presentano una self nulla e quindi una impedenza piccola quando sono percorsi da correnti dovute a voltaggi fra i fili e la terra, per cui essi producono un abbassamento delle tensioni elettrostatiche indotte. Ma tali dispositivi che mirano ad attenuare la induzione elettrostatica e non l'elettromagnetica, che è la più nociva, non si saprebbero consigliare per circuiti destinati a pubblico servizio, specie se importanti, oltre che a causa della sorveglianza ch'essi richiedono, anche perchè la capacità e la discontinuità introdotte riducono la portata dei circuiti telefonici.

C) *Allontanamento dei circuiti indotti.*

Da quanto sopra risulta che la coesistenza dei circuiti di trazione o di grandi potenze e dei circuiti telegrafici e telefonici non può essere in generale assicurata con l'impiego di speciali dispositivi da introdursi in questi ultimi. A parte il fatto che quelli sinora sperimentati riescono inefficaci, è da considerare che la tecnica telegrafica e telefonica ha le sue peculiari esigenze e finalità e deve svolgersi e perfezionarsi senza che sia paralizzata dall'introduzione di apparecchi, le cui caratteristiche sono generalmente incompatibili con quelle dei circuiti a corrente debole.

La verità è che in Italia si son dovuti allontanare i circuiti disturbati dalla trazione elettrica.

Lo spostamento è stato il solo rimedio efficace per i circuiti che si trovavano lungo le linee elettrificate Torino-Bussoleno-Modane, Genova-Savona, S. Giuseppe-Ceva, Torino-Pinerolo. Solo alcuni circuiti

secondari telegrafici si sono lasciati lungo la linea Monza-Lecco-Colico-Chiavenna, ma il loro esercizio non è soddisfacente.

Lo spostamento d'altronde, anche prescindendo dalla spesa, non è immune da inconvenienti data la difficoltà in alcune regioni di trovare strade idonee le quali permettano una buona manutenzione, e data la necessità di dovere lasciare alcune linee in prossimità della sede ferroviaria per servire quei Centri che trovansi vicini ad essa.

Anche rispetto alle linee di trasporto di energia, e specialmente di quelle non isolate dal suolo, occorre per quanto è possibile mantenere i circuiti telegrafici e telefonici a conveniente distanza. Non è inopportuno mettere in rilievo che sulle linee telegrafiche e telefoniche parallele alla linea trifasica Novara-Verampio per circa Km 90 e distanti da essa in media metri 180 circa, si hanno dei voltaggi indotti di varie centinaia di Volt, tanto che l'esercizio è risultato gravemente compromesso e si sono avute fulminazioni di apparati e di cavi.

Analoghi provvedimenti si son dovuti del resto adottare anche all'estero. Ed infatti per quanto riguarda gli impianti di trazione a corrente alternata, l'esperienza ha dimostrato come i circuiti telegrafici e telefonici non possano rimanere in sede ferroviaria. In America essi furono allontanati (Vedi Warren, Studio citato) e presentemente non ostante l'impiego di feeder ausiliari, e trasformatori succhiatori, si hanno pur sempre delle tensioni indotte sui circuiti situati a non grande distanza, specialmente per effetto di corti circuiti negli impianti di trazione.

Sui fili del cavo sotterraneo parallelo alla linea Woodlawn-Stamford (lunga 21 miglia) e distante da essa circa 600 metri, la tensione indotta in condizioni normali è ora di circa 30 Volt; ma nel caso di corti circuiti (che nell'ultimo triennio si sono manifestati in numero di 7 all'anno in media) tale tensione diventa più elevata, producendo messa a terra di scaricatori e false chiamate.

Anche in Francia dove esistono, come è noto, impianti di trazione a corrente alternata (monofase) si è riconosciuto che non è possibile il regolare funzionamento di lunghi circuiti telegrafici serviti da apparati celeri o di lunghi circuiti telefonici che si trovino vicini alla strada ferrata.

Nella Svizzera i circuiti telegrafici vicini alla strada ferrata Briga-Lion (trifase 3300 Volt, 12 2/3 periodi, lunghezza 54 Km) ed a quella del Lotschberg (monofase 16000 Volt, 16 2/3 periodi, 19 Km) sono stati allontanati ad una distanza variabile da 50 a 2000 metri e sono stati inoltre dotati di filo di ritorno.

Tutto quanto è stato innanzi esposto dimostra quanto gravi siano i disturbi prodotti dai sistemi di trazione elettrica a corrente alternata e come sia giustificata la opinione dei tecnici telegrafici e telefonici i quali ritengono che lo spostamento a non grande distanza delle linee di telecomunicazione possa alle volte riuscire non completamente efficace e che comunque non è possibile ridurre le perturbazioni apportando soltanto modificazioni agli impianti telegrafici e telefonici, essendo necessario che opportuni dispositivi antiinduttivi siano introdotti negli impianti di trazione, come appunto si è fatto in America, in Francia ed in Germania.

§. 6 – Le armoniche della corrente inducente.

Ho innanzi messo in rilievo come la inefficacia di alcuni dei dispositivi introdotti negli impianti perturbati debba attribuirsi alla cir-

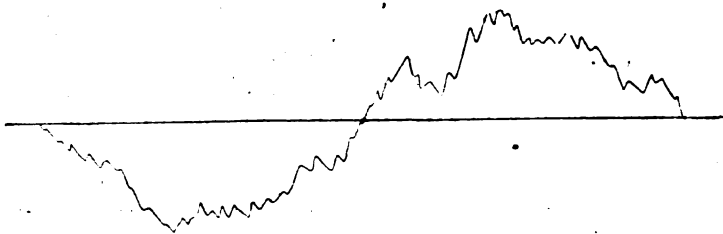



Fig. 14.

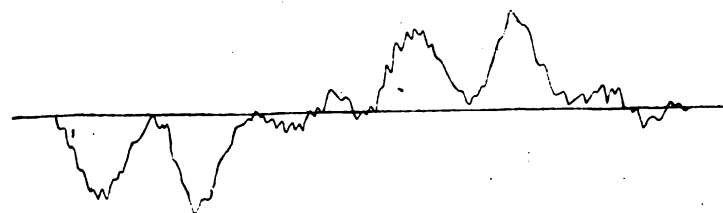



Fig. 15.

costanza che le caratteristiche di tali dispositivi sono predeterminate considerando la sola armonica fondamentale della corrente inducente, mentre che in verità non si può fare astrazione dalle armoniche superiori.

Credo opportuno riportare a semplice titolo di illustrazione alcuni oscillogrammi di correnti indotte, i quali mostrano la importanza delle predette armoniche.

L'oscillogramma della fig. 14 rappresenta la corrente indotta durante la marcia di un treno in un conduttore del cavo telegrafico ferroviario posato sotto il tunnel del Cenisio e messo a terra a Bardonecchia ed a Modane. L'analisi di esso mostra la esistenza della 5ª e della 7ª armonica, nonchè la presenza dell'armonica 47ª corrispondente alla frequenza di circa 800 e perciò nociva al telefono, che, rispetto appunto a tale frequenza, ha la sua maggiore sensibilità. Dall'analisi medesima si è rilevato che le ampiezze della 1ª, della 5ª e della 7ª armonica stanno fra di loro come i numeri 100: 6: 13.

L'oscillogramma della fig. 15 si riferisce alla corrente indotta in un momento successivo a quello in cui fu ottenuto l'oscillogr. della fig. 14. Compaiono ancora: la 5ª e la 7ª armonica; ma le ampiezze della 1ª, 5ª e 7ª armonica stanno fra loro come i numeri 100: 40: 47. Si nota poi la presenza dell'armonica 52 (frequenza 880).

L'oscillogramma della fig. 16 rappresenta la curva della corrente indotta in un filo aereo di ferro parallelo nella tratta Bardonecchia Oulx e messo a terra alle estremità. Compaiono con la fondamentale la 3ª, la 5ª e la 7ª armonica; le ampiezze stanno fra loro come i numeri 100, 16, 6, 7. Si nota la presenza della 45ª armonica (frequenza 750).

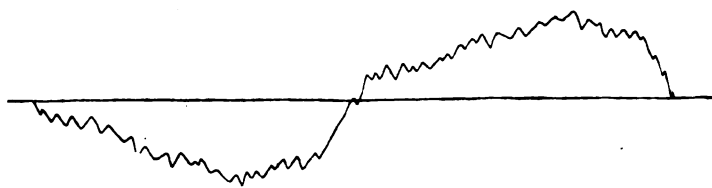



Fig. 16.

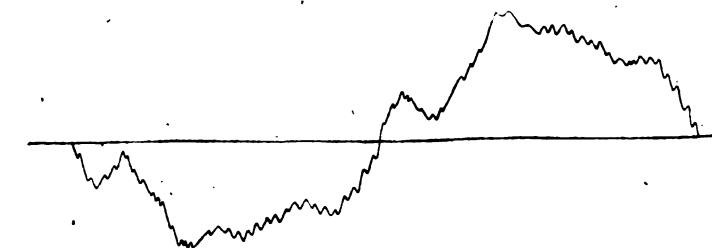



Fig. 17.

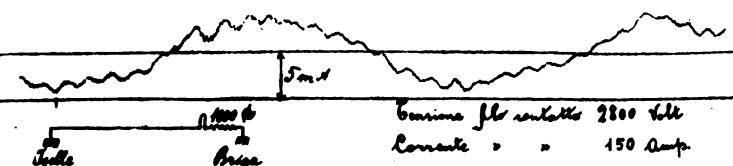



Fig. 18.

L'oscillogramma della fig. 17 rappresenta la corrente indotta in un filo aereo messo a terra a Savona ed a Varazze durante la marcia di un treno fra le due indicate città. Compaiono in modo più evidente la 5ª e la 7ª armonica. Si nota la presenza della 67ª armonica corrispondente ad una frequenza di circa 1000.

L'oscillogramma della fig. 18 rappresenta la corrente indotta in un filo del cavo telefonico Krarup del Sempione influenzato dalle correnti della trazione trifase (2800 V; 16 periodi) e messo a terra a Briga e ad Iselle. Si nota la presenza di armoniche di frequenza elevata.

Gli oscillogrammi che seguono (fig. 19, 20, 21, 22) furono presi ad Iselle nel 1914 in occasione del collaudo della linea telefonica

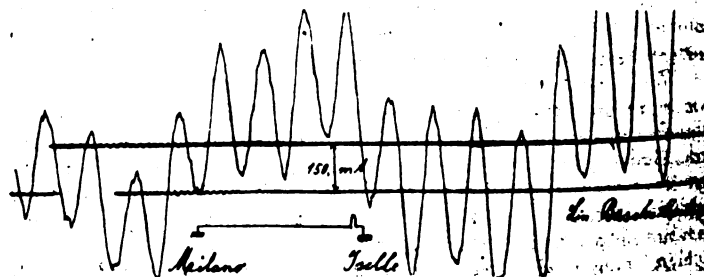



Fig. 19

pupinizzata Roma-Berlino eseguito insieme a rappresentanti dell'Amministrazione germanica, dell'Amministrazione Svizzera e della Sie-

mens, e si riferiscono alle correnti indotte sopra uno dei fili di un circuito telefonico messo a terra a Milano e ad Iselle. Tale circuito

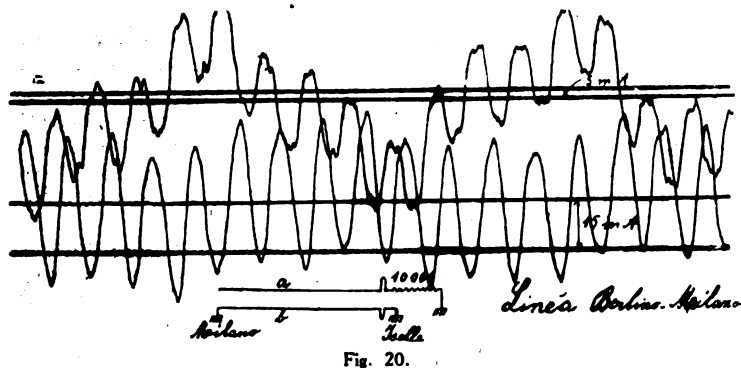



Fig. 20.

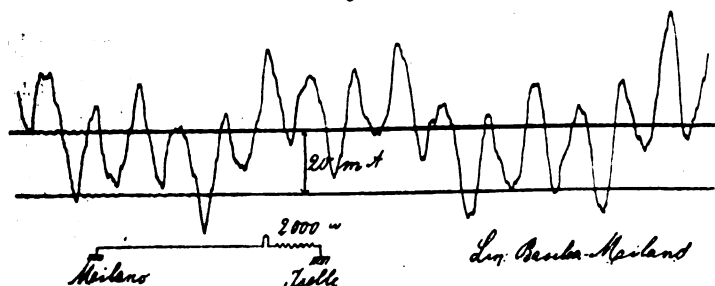



Fig. 21.

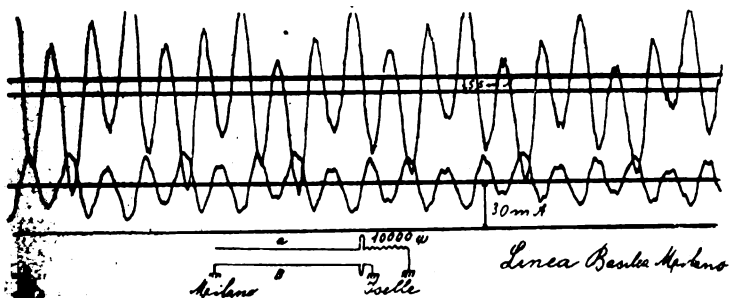



Fig. 22.

nella tratta Gravellona Domodossola era fortemente influenzato dalle linee trifasiche vicine alimentate da trasformatori con avvolgimenti a stella e con neutro a terra. Come rilevasi compaiono in modo evidente la 3ª e la 9ª armonica.

§. 7 – Disturbi prodotti dalla trazione a corrente continua.

Molto si è discusso circa i disturbi prodotti dagli impianti di trazione a corrente continua e circa la loro entità in rapporto a quelli prodotti dalla corrente alternata.

Conviene pertanto accennare ai disturbi prodotti dal sistema a corrente continua in relazione ai quali è da rilevare.:

a) che quando si producono corti circuiti nei conduttori di trazione, si manifestano contemporaneamente nei vicini circuiti telegrafici e telefonici f. e. m. indotte elevate, sebbene di breve durata, le quali possono comprometterne l'isolamento, specialmente se trattasi di circuiti in cavi, ed inoltre provocare corti circuiti negli uffici telegrafici e telefonici, corti circuiti dai quali possono derivare pericoli di incendi.

b) che differenze sensibili di potenziale possono stabilirsi fra le terre dei circuiti telegrafici prossime alla ferrovia elettrificata e dare origine a correnti perturbatrici.

c) che correnti di frequenza elevata prodotte dalle generatrici delle sottostazioni per il passaggio delle spazzole sulle lamelle del collettore inducono f. e. m. sensibili nei circuiti telefonici, compromettendone il regolare funzionamento.

Tutto ciò indipendentemente dai ben noti fenomeni di elettrolisi, che si accompagnano alle correnti continue propagantisi nel terreno.

Per quanto tali inconvenienti debbano essere presi in seria considerazione, pure è da notare che essi non si sono rilevati in una maniera sensibile sui circuiti vicini allo impianto Chicago-Milwaukee and St. Paul Ry (710 km 3000 volt a corrente continua) che è certamente l'impianto del genere più importante del mondo.

A ridurre gli effetti dei corti circuiti vengono adoperati nell'impianto di trazione su cennato degli adatti interruttori a rottura rapidissima, i quali, nell'aprire il circuito introducono delle resistenze che impediscono alla corrente di assumere un valore elevato, prima che abbia funzionato l'interruttore ordinario.

Circa l'armonica prodotta dalle generatrici delle sottostazioni, essa viene eliminata mediante l'applicazione alle generatrici stesse di shunt risonanti, i quali hanno dato in pratica buoni risultati, per quanto nel caso di variazione di frequenza della corrente alternata ad alta tensione, essi possano perdere la loro efficacia, e per quanto altresì, nel caso di corti circuiti, provochino un aumento della f. e. m. indotta relativa a tale armonica.

Quanto al temuto effetto del risalimento di corrente attraverso le terre, nulla è stato notato nei circuiti telegrafici posti a pochi metri di distanza dalla linea Chicago Milwankee-S. Paul.

Una Commissione francese diretta dal Prof. Mauduit e di cui facevano parte Ingegneri dell'Amministrazione telegrafica, recatasi negli Stati Uniti per studiarvi gli impianti di trazione elettrica ([13]), fece inserire un apparecchio multiplo stampante Western sopra un filo parallelo alla ferrovia per 270 km il quale era stato messo a terra senza alcun dispositivo di protezione. Il funzionamento dell'apparato fu constatato regolarissimo durante 8 giorni di osservazione; tre corti circuiti effettuati intenzionalmente non produssero alcuna perturbazione.

Circa infine i fenomeni di elettrolisi, è da notare che non si è avuta nessuna manifestazione di essi. Da una tale constatazione relativa ad una regione in cui le città sono rare non si possono però trarre conclusioni definitive dipendendo i suddetti fenomeni dalla natura del sottosuolo e dalla presenza delle canalizzazioni metalliche sotterrate.

Tenendo presente quanto sopra si è esposto in merito ai disturbi prodotti sui circuiti telegrafici e telefonici dai sistemi di trazione a corrente continua, si deduce che tali disturbi si possono effettivamente manifestare e sono da temere, ma che però essi sono molto meno gravi di quelli prodotti dai sistemi a corrente alternata, essendo i primi generalmente transitori ed accidentali, mentre i secondi sono di carattere permanente ed accidentale insieme.

Ed appunto per ciò il Governo francese, in base al parere della menzionata Commissione, ha decisa l'adozione del sistema a corrente continua.

Anche in Italia si è constatato che nel caso del sistema a corrente continua i circuiti telegrafici e telefonici vicini non sono perturbati. Vero è che tali impianti sono di potenzialità limitata; però certamente i disturbi si sarebbero prodotti se si fosse adottato il sistema a corrente alternata.

Cito fra detti impianti la ferrovia Torino-Ciriè-Valli di Lanzo, nei quali viene impiegata la tensione di 4000 volt. Sebbene i fili telegrafici e telefonici siano rimasti in sede ferroviaria e distino per km. 38 solo 3 metri dal filo di contatto, pure nessun disturbo si è notato. Nè alcuna perturbazione si è manifestata sui circuiti vicini alle linee ferroviarie Roma-Fiuggi e Frosinone-Fiuggi elettrificate col sistema a corrente continua per quanto alcuni di tali circuiti distino per circa 30 km. da 7 a 10 metri dal filo di contatto.

Si può pertanto concludere che, fatte le debite riserve circa i fenomeni che una più estesa esperienza potrebbe mettere in luce, gli impianti di trazione a corrente continua sono da ritenere allo stato attuale della tecnica, molto meno perturbanti di quelli a corrente alternata. Ciò non esclude la eventuale necessità di spostamenti a breve distanza, spostamenti che spesso sono del resto imposti da ragioni di sicurezza.

Reputo infine opportuno di rilevare che io non ho inteso discutere la convenienza di adottare i sistemi a corrente continua più che quelli a corrente alternata, costituendo ciò argomento di esame da parte del Consiglio Superiore delle Acque (2ª Sezione), che ha preso per la elettrificazione di alcune linee ferroviarie determinazioni informate a criteri di vario ordine e ad esigenze diverse.

§. 8 – Altri problemi.

Un gran numero di problemi si presenta allo studioso di questi fenomeni. La più accurata determinazione delle f. e. m. indotte a diverse distanze specialmente quando la terra funziona da conduttore di ritorno, e la conseguente determinazione sperimentale dei coefficienti di induzione, la propagazione dei disturbi lungo una linea quando questa non sia breve rispetto alla lunghezza d'onda, il disturbo massimo tollerabile sui circuiti telegrafici e telefonici etc .etc., costituiscono argomenti di cui lo studio non è ancora completo.

In merito alla propagazione dei disturbi osservo che il problema viene generalmente studiato, in prima approssimazione, supponendo che in tutti i punti delle linee inducente ed indotta corrente e potenziale siano costanti. Che cosa avviene quando potenziale e correnti inducenti debbono essere considerati variabili da punto a punto?

([13]) Vedasi per quanto riguarda i disturbi sui circuiti telegrafici e telefonici la Relazione del Sig. Pomey, Ingegnere in Capo dei Telegrafi – (Annales des Postes et Télégraphes 1919, pag. 566).

Il Dr. Pleijel ha trattata la questione in un suo interessante studio (Atti della Conferenza internazionale dei tecnici delle Amministrazioni telegrafiche e telefoniche tenuta in Parigi nel 1910), dimostrando, fra l'altro, che se nel filo inducente la corrente è costante in tutti i punti e la tensione rispetto alla terra varia linearmente con la distanza dall'estremo nel quale agisce la f. e. m., allora la corrente indotta nei vari punti di un filo parallelo, supposto isolato alle due estremità, varia secondo una parabola, risultando massima nel punto medio e nulla alle estremità.

Tale parabola, che passa per i detti punti estremi, ha il suo asse passante per il punto medio del filo e perpendicolare a questo.

Il medesimo Dr. Pleijel ha determinata l'intensità della corrente indotta che percorre gli apparecchi telefonici inseriti alla estremità di una linea bifilare equilibrata quando l'equilibrio è distrutto intercalando in serie od applicando in derivazione in uno dei fili una resistenza. La corrente negli apparecchi risulta più o meno forte secondo il punto in cui viene inserita o derivata la resistenza. Il maggior disturbo si ha quando la resistenza è intercalata o derivata nel mezzo della linea. Nel caso della trazione elettrica occorre tener conto, per lo studio completo del fenomeno, della legge di variazione della corrente nelle rotaie. Dagli esperimenti eseguiti fra Bardonecchia ed Oulx, collegando alle rotaie in tali due località il filo di contatto, alimentato a Bardonecchia, ed inserendo degli amperometri in vari punti delle rotaie medesime, è risultato che la corrente lungo queste è tale funzione della distanza da un suo punto da potersi rappresentare mediante una catenaria. I valori massimi si hanno evidentemente agli estremi, il valor minimo nel punto medio.

Altro problema su cui ritengo intrattenermi in modo particolare è quello della determinazione del cosidetto fattore di perturbazione induttiva in un circuito telefonico, che è connesso alla costruzione delle macchine e forma argomento di studio da parte dei tecnici americani.

E' noto che la intelligibilità della conversazione da parte di chi ascolta al telefono diminuisce quando questo è percorso da una corrente perturbante, e che tale diminuzione è tanto più grande quanto più prossima è la frequenza di siffatta corrente alla frequenza media delle correnti telefoniche. In America, per cura degli Ingegneri dell'American Telephon Cy, oltre che del Comitato dell'American Institute of Electrical Engineers incaricato di redigere le norme per gli impianti elettrici, sono state fatte (Ved. OSBORNE: Wave shape standard - Journal of American Institute of. E. E. 1919) numerose prove di corrispondenza per determinare l'effetto relativo prodotto da varie correnti, aventi medesima ampiezza, ma frequenza diversa. A tale scopo venivano pronunziate in un microfono, inserito ad una estremità di una linea artificiale, delle parole o delle sillabe che venivano ricevute in un telefono inserito all'altra estremità e percorso da una corrente alternata estranea. Mediante commutatori, microfono e ricevitore potevano essere inseriti in un'altra linea artificiale silenziosa di cui poteva variarsi la lunghezza.

L'esperimento veniva eseguito in modo che, aumentando opportunamente la lunghezza della seconda linea, la percentuale delle parole o delle sillabe ricevute correttamente fosse la medesima per entrambi i circuiti. La maggiore lunghezza della seconda linea artificiale o la corrispondente costante di smorzamento venivano allora assunte come misura della riduzione della intelligibilità della conversazione, con che era possibile determinare tale effetto quando il ricevitore veniva percorso da correnti di diversa frequenza, ma di stessa ampiezza.

L'andamento di tale riduzione in funzione della frequenza può essere rilevato nella curva della fig. 23 ottenuta dagli Ingegneri dell'American Telephon Cy e riportata dal VALENSI nell'articolo già citato (Annales des Postes et Télégraphes 1918 - p. 526).

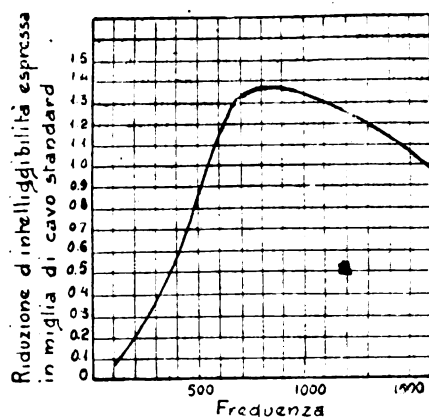



Fig. 23.

Le ordinate della curva indicano la riduzione di intelligibilità misurata in miglia di cavo standard per microampere di corrente perturbante (il cavo standard ha una resistenza di 88 ohm, una capacità mutua di 0,054 microfarad per miglio, ed in conseguenza una costante di smorzamento di 0.11 per miglio, corrispondentemente ad una pulsazione di 5000).

Ma è da tener conto che la corrente indotta perturbante corrispondente ad una armonica inducente è uguale alla pulsazione dell'armonica, per la sua ampiezza, per il coefficiente di mutua induzione dei circuiti inducente e indotto, e per l'inversa della impedenza del circuito indotto.

Se ne deduce che, prescindendo dalle variazioni con la frequenza delle due ultime grandezze (variazioni il cui effetto è piccolo come è piccolo quello della differente attenuazione delle diverse componenti dell'armonica complessa nei due circuiti), la riduzione di intelligibilità, in corrispondenza della medesima ampiezza delle armoniche inducenti, deve ritenersi misurata dalle ordinate di una nuova curva ottenute moltiplicando quelle della curva della fig. 23 per un fattore proporzionale alla frequenza.

Una curva siffatta è quella della fig. 24 ottenuta dal Comitato sopra indicato in seguito a numerosissime prove.

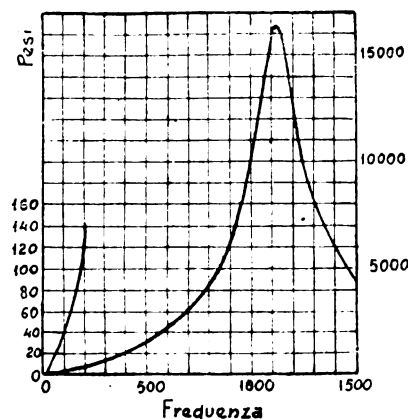



Fig. 24.

Si può osservare che agli effetti della perturbazione in un circuito telefonico, la corrente indotta può considerarsi sostituita da una corrente virtuale, che si deduce dalla corrente inducente moltiplicandone le ampiezze per numeri (pesi delle armoniche) proporzionali alle ordinate della curva della fig. 24 oltre che per un fattore (rapporto del coefficiente di mutua induzione dei due circuiti alla impedenza del circuito indotto) che può essere in prima approssimazione considerato costante rispetto alla frequenza. E' poi ovvio che tale corrente indotta virtuale si può immaginare desunta dalla tensione invece che dalla corrente inducente, moltiplicando le ampiezze delle armoniche componenti di questa per la impedenza del circuito indotto, la quale per i nostri fini si può ritenere costante rispetto alla frequenza.

In definitiva, con le semplificazioni ammesse, la forma della corrente virtuale indotta sul circuito telefonico, si può ottenere da quello della tensione inducente moltiplicando le ampiezze delle varie componenti per i pesi delle armoniche date dalla curva in fig. 24.

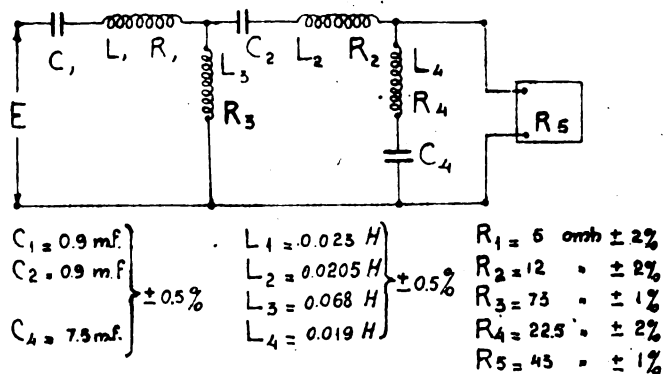



Fig. 25.

Per lo studio della corrente virtuale indotta corrispondente ad una certa tensione, è stato escogitato il dispositivo indicato nella fig. 25 il quale, quando sia impressa all'origine di esso una f. e. m.

armonica complessa, fornisce all'altra estremità una corrente rappresentata da un'altra funzione armonica complessa le cui ampiezze risultano uguali a quelle della tensione moltiplicate per numeri proporzionali alle ordinate della curva in discorso.

Si è perciò pensato che il rapporto della corrente efficace, misurata al termine del dispositivo anzidetto, alla tensione efficace applicata alla origine potesse assumersi come misura del fattore d'induzione (telephone interference factor) relativo ad alternatori che debbono essere impiegati nelle linee parallele ai circuiti telefonici, e che fosse consigliabile di prescrivere un valor massimo di detto fattore nella costruzione di macchine elettriche.

Un apposito apparecchio che realizza il detto dispositivo è stato costruito, ed indagini si vanno eseguendo per fissare il valore pratico di tale fattore.

*

Signori, io mi accorgo che molte cose ho taciute, e quelle dette non ho approfondite. Forse un tale inconveniente può essere utile in quantochè voi sarete così indotti a studiare più davvicino la questione per acquistarne una conoscenza precisa. Tuttavia mi lusingo che quanto ho esposto sia sufficiente a stabilire che tutti del grave problema dobbiamo preoccuparci e che per risolverlo occorre la stretta coadiuvazione fra i tecnici delle forti e delle piccole correnti.

In America questa coadiuvazione è attiva da parecchi anni come dimostra il grosso volume di 1160 pagine (Inductive interference between Electric Power and Comunication Circuits) pubblicato nel 1919 a cura della Commissione delle Ferrovie dello Stato di California e che contiene numerosi studi di carattere scientifico e pratico.

Anche in Italia noi dobbiamo unire i nostri sforzi per evitare che sia reso impossibile il funzionamento e lo sviluppo della prima più grande applicazione della elettricità, applicazione che costituisce il veicolo di quanto abbiamo di più nobile, i nostri pensieri ed i nostri sentimenti.

APPENDICE I.

SULLA INDUZIONE ELETTROSTATICA.

§. 1 - Calcolo dei coefficienti di induzione e di capacità.

Le formule che collegano le cariche elettriche $q_1\ q_2 \ldots q_n$ di n fili paralleli, perfettamente isolati rispetto alla terra e fra loro, ai corrispondenti potenziali $v_1\ v_2 \ldots v_n$ sono, come è noto,

$$1)\quad \begin{cases} v_1 = 2\,q_1 \log \frac{s_{11}}{r_{11}} + 2\,q_2 \log \frac{s_{12}}{r_{12}} + \ldots + 2\,q_n \log \frac{s_{1n}}{r_{1-n}} \\ v_2 = 2\,q_1 \log \frac{s_{21}}{r_{21}} + 2\,q_2 \log \frac{s_{22}}{r_{22}} + \ldots + 2\,q_n \log \frac{s_{2n}}{r_{2n}} \\ \ldots \\ v_n = 2\,q_1 \log \frac{s_{n1}}{r_{n1}} + 2\,q_2 \log \frac{s_{n2}}{r_{n2}} + \ldots + 2\,q_n \log \frac{s_{nn}}{r_{nn}} \end{cases}$$

in cui $r_{11}\ r_{22} \ldots r_{nn}$ sono i raggi dei fili, r_{mn} è la distanza fra gli assi dei fili m ed n, s_{mn} la distanza fra l'asse del filo m e quello della immagine del filo n (retta collocata nel piano verticale che passa per n e simmetrica rispetto alla superficie della terra) ed in cui il segno log è il simbolo del logaritmo naperiano.

Si suppone che le cariche ed i potenziali siano costanti in tutti i punti di uno stesso filo.

Risolvendo le formule sopra scritte rispetto alle q si avranno equazioni della forma

$$2)\quad \begin{cases} q_1 = c_{11}\,v_1 + c_{12}\,v_2 + \ldots + c_{1n}\,v_n \\ \ldots \\ q_n = c_{n1}\,v_1 + c_{n2}\,v_2 + \ldots + c_{nn}\,v_n \end{cases}$$

in cui $c_{11}\ c_{12} \ldots$ esprimibili mediante i coefficienti che compaiono nei secondi membri delle (1), sono i cosidetti coefficienti di induzione elettrostatica. Tali coefficienti possono mettersi in relazione con le capacità dei fili (capacità di ciascun filo rispetto alla terra e capacità mutue fra due fili) nel modo seguente:

Il filo s si può considerare come armatura comune di n condensatori, le cui altre armature sono costituite rispettivamente dalla terra e dagli altri $n-1$ fili. Assunto uguale a zero il potenziale della terra, ed indicate con C_{s0} e C_{sr} le capacità del filo s rispetto alla terra e rispetto al filo r si avrà

$$q_s = C_{s1}(v_s - v_1) + C_{12}(v_s - v_2) + \ldots + C_{s0}\,v_s + \ldots + C_{sn}(v_s - v_n) = \\ = -C_{s1}\,v_1 - C_{s2}\,v_2 - \ldots + (C_{s1} + C_{s2} + \ldots + C_{s0} + \ldots + \\ + C_{sn})\,v_s - \ldots - C_{sn}\,v_n \quad (S = 1, 2 \ldots n)$$

da cui, confrontando con le (2), si traggono le relazioni

$$3)\quad \begin{cases} c_{sr} = -C_{sr} \\ c_{ss} = C_{s0} + C_{s1} + C_{s2} + \ldots + C_{s,\,s-1} + C_{s,\,s+1} + \ldots + C_{sn} \end{cases}$$

od anche

$$3')\quad \begin{cases} C_{sr} = -c_{sr} \\ C_{s0} = c_{s1} + c_{s2} + \ldots + c_{s,\,s-1} + c_{ss} + c_{s,\,s+1} + \ldots + c_{sn} \end{cases}$$

Le relazioni 3 mostrano che il coefficiente c_{sr} è uguale alla capacità mutua cambiata di segno fra i fili s ed r, e che il coefficiente c_{ss} è uguale alla somma delle capacità del filo s rispetto alla terra ed agli altri fili.

Per $n = 1$ (caso di un solo filo)

$$C_{10} = c_{11} = C = \frac{1}{2 \log \frac{s_{11}}{r_{11}}} = \frac{1}{2 \log \frac{2\,h}{r}}$$

in unità assolute elettrostatiche, dove r è il raggio del filo, h l'altezza di esso dalla terra.

Per $n = 2$

$$c_{11} = \frac{2}{R} \log \frac{s_{22}}{r_{22}}, \quad -c_{12} = \frac{2}{R} \log \frac{s_{12}}{r_{12}}, \quad c_{22} = \frac{2}{R} \log \frac{s_{22}}{r_{22}}$$

in unità assolute elettrostatiche; in cui

$$R = 2 \log \frac{s_{11}}{r_{11}} \cdot 2 \log \frac{s_{22}}{r_{22}} - \left(2 \log \frac{s_{12}}{r_{12}}\right)^2$$

Se le cariche sono riferite all'unità di lunghezza, anche i coefficienti di induzione elettrostatica o di capacità debbono intendersi riferiti all'unità di lunghezza.

Le curve della fig. 1 e quelle della fig. 2 si ottengono calcolando le capacità per Km in base alle formule precedenti.

§. 2 - Calcolo delle tensioni indotte.

Nel caso in cui sopra alcuni degli n fili siano applicate delle tensioni di forma sinusoidale, le tensioni indotte negli altri si calcolano come appresso.

Siano m i fili della 1ª specie e siano le relative tensioni uguali alla parte reale dell'espressione $V e^{j\omega t}$, in cui V è l'ampiezza immaginaria, ω la pulsazione, e la base dei logaritmi neperiani, j l'unità immaginaria.

Sia r un filo della 2ª specie, e q_r la sua carica.

La corrispondente corrente di spostamento $\frac{d\,q_r}{d\,t}$ sarà uguale a zero; in quanto che, per la legge di continuità, la corrente di spostamento ricevuta dagli altri fili sarà uguale a quella erogata verso terra. Si avrà in conseguenza

$$4)\quad \frac{dq_r}{dt} = 0 = c_{r1}\frac{dv_1}{dt} + c_{r2}\frac{dv_2}{dt} + \ldots + c_{rm}\frac{dv_m}{dt} + \\ + c_{r\,m+1}\frac{dv_{m+1}}{dt} + \ldots + c_{rn}\frac{dv_n}{dt}.$$

E poichè una v qualsiasi può mettersi sotto la forma $v = V e^{jmt}$, si potrà scrivere

$$4')\quad 0 = c_{r1}\,v_1 + c_{r2}\,v_2 + \ldots + c_{rm}\,v_m + c_{r,\,m+1}\,v_{m+1} + \ldots \\ \ldots + c_{rn}\,v_n \quad (r = m+1, \ldots n)$$

Queste equazioni in numero di $n - m$ ci permetteranno di trovare le $n - m$ tensioni indotte in funzione delle m tensioni inducenti.

In particolare se $n = 2$, $m = 1$ (un solo filo inducente ed un solo filo indotto), si ha: $c_{21}\,v_1 + c_{22}\,v_2 = 0$ e quindi

$$5)\quad v_2 = \frac{-c_{12}}{c_{22}}\,v_1 = \frac{C_{12}}{C_{12} + C_{20}}\,v_1$$

Se il filo indotto è più lungo del filo inducente, e si indica con l_1 la lunghezza del tratto di parallelismo, con l la intera lunghezza del filo indotto, si avrà

$$5')\quad v_2 = \frac{C_{12}\,l_1}{C_{12}\,l_1 + C_{20}\,l}\,v_1$$

nella quale $C_{12}\ C_{20}$ hanno ora il significato di capacità per unità di lunghezza.

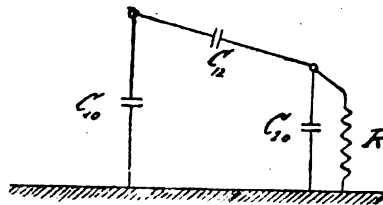



Fig. 26.

La tensione data dalla formula (5) è la cosidetta tensione a vuoto (tensione a circuito aperto). Nel caso in cui il filo indotto è collegato alla terra come in fig. 26 attraverso una resistenza $R = \frac{1}{K}$, la

formula $\frac{dq_2}{dt} = c_{21} \frac{dv_1}{dt} + c_{22} \frac{dv_2}{dt} = 0$ corrispondente alla (4) va sostituita con l'altra

$$\frac{dq_2}{dt} = c_{21} \frac{dv_1}{dt} + c_{22} \frac{dv_2}{dt} + Kv_2 = 0$$

giacchè la corrente di spostamento del filo 1 verso 2 è uguale alla somma della corrente di spostamento del filo 2 verso terra, ed alla corrente di conduzione attraverso la conduttanza K.

Si avrà pertanto $0 = j\,\omega\,(c_{21}\,v_1 + c_{22}\,v_2) + K v_2$ e quindi

$$6) \qquad \frac{-j\,\omega\,c_{21}}{K + j\,\omega\,c_{22}}\,v_1 = \frac{j\,\omega\,C_{12}}{K + j\,\omega\,(C_{12} + C_{20})}\,v_1$$

da cui traesi

$$|V_2| = \frac{\omega\,C_{12}}{\sqrt{K^2 + \omega^2\,(C_{12} + C_{20})}}\,|V_1|$$

essendo, come si è detto $V_1\ V_2$ le ampiezze immaginarie delle tensioni e $|V_1|, |V_2|$ i loro moduli ossia le ampiezze reali.

Consideriamo il caso di 4 fili, di cui tre (di indici 1, 2, 3) costituenti una linea trifase equilibrata. La tensione indotta nel filo 4, dedotta dalla relazione 4') sarà

$$7) \qquad v_4 = \frac{-(c_{14}\,v_1 + c_{24}\,v_2 + c_{34}\,v_3)}{c_{44}} = \frac{C_{14}\,v_1 + C_{24}\,v_2 + C_{34}\,v_3}{C_{14} + C_{24} + C_{34} + C_{40}}$$

Ponendo $\qquad v_n = V_n\,e^{j\,\omega\,t}$

$$V_1 = |V|;\ V_2 = |V| e^{j\frac{\pi}{3}} = \frac{-1 + j\sqrt{3}}{2}\,|V|;\ V_3 = |V| e^{j\frac{2\pi}{3}} =$$

$$= \frac{-1 - j\sqrt{3}}{2}\,|V|$$

e sostituendo queste espressioni nella (7) si ha

$$c_{44}\ V_4 = \left[C_{14} - \frac{C_{24} + C_{34}}{2} + \frac{j\sqrt{3}}{2}\,(C_{24} - C_{34})\right]|V| \text{ da cui}$$

8)

$$c_{44}\,|V_4| = \sqrt{C_{14}^2 + C_{24}^2 + C_{34}^2 - (C_{14}C_{24} + C_{14}C_{34} + C_{24}C_{34})}\,|V| = C\,|V|,$$
$$= \sqrt{c_{14}^2 + c_{24}^2 + c_{34}^2 - (c_{14}\,c_{24} + c_{14}\,c_{34} + c_{24}\,c_{34})}\,|V| = c\,|V|$$

in cui $C = c$ si può chiamare capacità mutua risultante o coefficiente di induzione mutua fra la linea trifase ed il 4° filo. Si riferisce a tale capacità, relativa però alla lunghezza di un km, la curva C della fig. 2 e si riferiscono alle capacità mutue fra i fili 1, 2, 3 ed il filo 4, calcolate pure per km, le altre curve della medesima figura.

Se la lunghezza della tratta inducente è l_1 e quella del circuito indotto è l, si avrà

$$8') \qquad |V_4| = \frac{C\,l_1}{(C_{14} + C_{24} + C_{34})\,l_1 + C_{40}\,l}\,|V|$$

nella quale i coefficienti di capacità debbono intendersi riferiti all'unità di lunghezza.

Quando una delle fasi va a terra, per es. la fase 3, allora l'ampiezza reale del potenziale delle altre due fasi rispetto alla terra diventa $\sqrt{3}\,|V|$ ed i potenziali rispetto alla terra $V_1\ V_2\ V_3$ diventano:

$$V_1 = \sqrt{3}\,|V| \left(\frac{1 + j\sqrt{3}}{2}\right);\ V_2 = \sqrt{3}\,|V| \left(\frac{-1 + j\sqrt{3}}{2}\right);\ V_3 = 0$$

$$8'') \qquad c_{44}\,|V_4| = \sqrt{c_{14}^2 + c_{24}^2 + c_{14}\,c_{24}}\,|V|\,\sqrt{3}$$

E se anche la fase 2 va a terra, si ha

$$8''') \qquad c_{44}\,|V_4| = c_{14}\,|V|\,\sqrt{3}$$

Le curve delle tensioni tracciate nella fig. 4 sono ottenute, calcolando le tensioni indotte in base alle formule (8) ed (8''). Se il filo indotto è messo alla terra attraverso una resistenza $R = \frac{1}{K}$ si ha fra $|V_4|$ e $|V|$ una relazione analoga alla 6')

$$|V_4| = \frac{\omega\,C}{\sqrt{K^2 + \omega^2\,C_{44}^2}}\,|V|$$

La tensione elettrostatica indotta da un sistema trifase squilibrato si otterrà sommando vettorialmente la tensione indotta dalle componenti equilibrate con quella indotta dal voltaggio residuo (voltaggio uguale alla somma delle componenti del sistema squilibrato). Se si indica con v_R il voltaggio residuo e quindi con $\frac{v_R}{3}$ il voltaggio residuo di ciascuno dei tre fili, la corrispondente tensione indotta v_4 sopra un filo 4 sarà anch'essa calcolata con la formula 7) e quindi data dalla relazione

$$c_{44}\,v_{44} = (C_{14} + C_{24} + C_{34})\,\frac{v_R}{3}$$

§. - 3 Calcolo delle correnti indotte.

Conosciute le tensioni inducenti ed indotte di ciascun filo, si otterrà la corrente di spostamento fra due fili moltiplicando la loro capacità mutua per la derivata rispetto al tempo della differenza delle loro tensioni; si otterrà la corrente di spostamento fra un filo e la terra, moltiplicando la capacità di esso rispetto alla terra per la derivata rispetto al tempo della sua tensione; si otterrà la corrente di conduzione attraverso la resistenza che collega eventualmente il filo alla terra, dividendo la tensione di questo per la detta resistenza.

Così nel caso di due fili paralleli l'uno inducente l'altro indotto (caso per il quale valgono le relazioni 5) 5') 6) 6'), la corrente i_{12} di spostamento fra i due fili, la corrente di spostamento fra il filo 2 e la terra, la corrente i_R di conduzione attraverso la resistenza $R = \frac{1}{K}$ che collega il filo 2 alla terra saranno date da:

$$i_{12} = C_{12}\,\frac{d}{dt}\,(v_1 - v_2) = j\,\omega\,C_{12}\,(v_1 - v_2)$$

$$i_{20} = C_{20}\,\frac{d\,v_2}{dt} = j\,\omega\,C_{20}\,v_2$$

$$i_R = \frac{v_2}{R} = K\,v_2$$

In base alla 6') l'ampiezza reale di i_R sarà data da

$$9) \qquad |I_R| = K\,|V_2| = \frac{K\,\omega\,C_{12}}{\sqrt{K^2 + \omega^2\,(C_{12} + C_{20})^2}}\,|V_1|$$

la quale assume per $K = \infty$ $(R = 0)$ il suo valor massimo $|I_0| = \omega\,C_{12}\,|V_1|$, uguale all'ampiezza reale della corrente di spostamento fra i due fili. Ciò avviene quando il filo indotto è messo direttamente a terra, ed ha resistenza trascurabile.

Se il filo indotto è messo a terra alle due estremità attraverso resistenze, e se $R_1\ R_2$ sono le resistenze totali comprese fra il punto medio della tratta che risulta parallela al filo inducente, e le due terre, la corrente $|I_R|$ si calcolerà mediante la (9) ponendo per $R = \frac{1}{K}$ il valore $R = \frac{R_1\,R_2}{R_1 + R_2}$. Scorrono allora verso terra a partire dal detto punto medio due correnti $|I_{R_1}|\ |I_{R_2}|$ tali che

$$|I_{R_1}| = \frac{R_2}{R_1 + R_2}\,|I_R|$$

$$|I_{R_2}| = \frac{R_1}{R_1 + R_2}\,|I_R|$$

Casi più complessi si possono studiare in base alle formule e considerazioni sovra esposte.

APPENDICE II.

INDUZIONE ELETTROMAGNETICA.

Coefficienti di induzione fra fili paralleli.

Il coefficiente M di induzione mutua fra due fili paralleli si determina mediante la nota formula di Neumann

$$M = \iint \frac{ds\ ds'}{r}$$

in cui ds e ds' sono le lunghezze di due elementi appartenenti rispettivamente all'uno ed all'altro filo, ed r è la distanza che congiunge i centri di tali due elementi.

Se si calcola M per due circuiti lineari costituiti da maglie rettangolari di basi uguali situati in uno stesso piano e si suppone che la distanza fra le basi contigue sia piccola rispetto alla lunghezza di

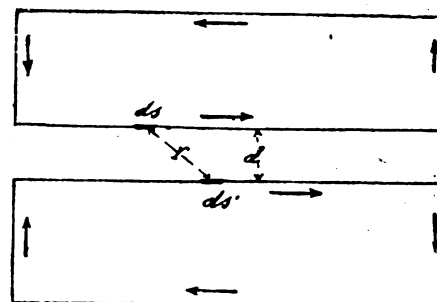



Fig. 27.

esse e che inoltre la lunghezza dei rettangoli sia grande rispetto alle basi, talchè il ritorno della corrente abbia luogo a grande distanza (Ved. fig. 27) si trova

$$1) \qquad M = 2\,l\,\left(\log_e \frac{2\,l}{d} - 1\right) \qquad \text{in u. E. M.}$$

in cui l è la lunghezza dei due fili contigui, d la loro distanza,

$\log_n$ il simbolo del logaritmo neperiano. Se l è espresso in Km, M è espresso in 10^{-4} Henry.

Tale formola si applica al caso di due fili paralleli, di cui la lunghezza sia grande rispetto alla loro distanza, e facenti parte di due circuiti, i cui conduttori di ritorno si trovino a grande distanza.

Se uno dei fili, quello ad es. il cui elemento è stato denominato con ds, è percorso da una corrente i variabile col tempo t, la f. e. m. indotta e sull'altro è data, com'è noto, dalla relazione

$$2)\qquad e = - M \frac{di}{dt}$$

la quale, quando i è una funzione armonica del tempo della forma $i = |I|\, e^{j\omega t}$ (in cui $|I|$ è l'ampiezza reale, ω la pulsazione, t il tempo, j l'unità immaginaria) si traduce nell'altra

$$2')\qquad e = - j\,\omega\, M\, i = - j\,\omega\, M\, |I|\, e^{j\omega t}$$

dalla quale indicando con E l'ampiezza reale della f. e. m. indotta, si trae l'altra relazione

$$2'')\qquad E = \omega\, M\, |I|$$

Quando il circuito inducente è costituito da due fili paralleli vicini, che indicheremo con 1 e 2, percorsi rispettivamente dalle correnti i, $-i$, le f. e. m. indotte sul terzo filo 3 saranno rispettivamente $-M_1 \frac{di}{dt}$; $+M_2 \frac{di}{dt}$ talchè la f. e. m. e_3 risultante sarà

$$e_3 = -(M_1 - M_2)\frac{di}{dt}$$

Il coefficiente di mutua induzione M fra il circuito inducente a doppio filo ed il filo indotto, sarà per la 1)

$$3)\qquad M = 2\, l \log_e \frac{r_{23}}{r_{13}}$$

in cui r_{13} r_{23} sono la distanze fra gli assi dei fili 1 e 3, 2 e 3.

Se il circuito indotto è costituito anch'esso da due fili 3, 4 e si indicano con e_3 ed e_4 le f. e. m. indotte sui fili 3 e 4, la f. e. m. e_{34} nel circuito indotto sarà

$$4)\qquad e_{34} = e_3 - e_4 = 2\, l \log_e \frac{r_{23}}{r_{13}} - 2 l \log_e \frac{r_{24}}{r_{14}} = 2\, l \log_e \frac{r_{23}\; r_{14}}{r_{24}\; r_{13}}$$

in cui r_{14} r_{24} sono le distanze fra gli assi dei fili 1,4 — 2,4.

In generale se $i_1\; i_2 \ldots i_n$ sono le correnti circolanti in n fili paralleli e si indica con e_a la f. e. m. indotta sopra un altro filo parallelo, si ha

$$5)\qquad e_a = -\left(M_{1a}\frac{di_1}{dt} + M_{2a}\frac{di_2}{dt} + \ldots + M_{na}\frac{di_n}{dt}\right)$$

in cui, per la 1) $M_{sa} = 2 l \left(\log_e \frac{2 l}{r_{sa}} - 1\right)$, essendosi denotata con r_{sa} la distanza fra i centri dei fili s ed a.

La f. e. m. indotta e_4 prodotta da una linea trifase equilibrata costituita dai fili contradistinti con gli indici 1, 2, 3 sopra un quarto filo parallelo 4 sarà

$$e_4 = -\left(M_{14}\frac{di_1}{dt} + M_{24}\frac{di_2}{dt} + M_{34}\frac{di_3}{dt}\right)$$

in cui $i_1\; i_2\; i_3$ sono le tre correnti circolanti sui fili della linea trifase.

Essendosi supposto il sistema equilibrato si avrà

$$i_1 = |I|\, e^{j\omega t}$$

$$i_2 = |I|\, e^{j\omega t} \cdot e^{j\frac{2\pi}{3}} = |I|\, e^{j\omega t}\; \frac{-1 + j\sqrt{3}}{2}$$

$$i_3 = |I|\, e^{j\omega t} \cdot e^{j\frac{4\pi}{3}} = |I|\, e^{j\omega t}\; \frac{-1 - j\sqrt{3}}{2}$$

in cui $|I|$ è l'ampiezza reale comune delle correnti equilibrate, ed in conseguenza

$$6)\qquad e_4 = - j\,\omega\,(M_{14}\, i_1 + M_{24}\, i_2 + M_{34}\, i_3) = - j\,\omega\,|I|\, e^{j\omega t}\left\{ M_{14} - \frac{1}{2}(M_{24} + M_{34}) + \frac{1}{2} j \sqrt{3}\,(M_{24} - M_{34})\right\} = - j\,\omega\,|I|\, e^{j\omega t}\, M e^{j\varphi}$$

dove M è il modulo dell'espressione messa entro parentesi quadra e φ il suo argomento.

In conseguenza della identità formale della (6) con la (2') M si può chiamare coefficiente di induzione mutua risultante fra il sistema trifase ed il filo indotto. Il suo valore è dato da

$$7)\qquad M = \sqrt{\left\{ M_{14} - \frac{1}{2}(M_{24} + M_{34})\right\}^2 + \frac{3}{4}(M_{24} - M_{34})^2} = \sqrt{M_{14}^2 + M_{24}^2 + M_{34}^2 - (M_{14}\, M_{24} + M_{14}\, M_{34} + M_{24}\, M_{34})}$$

Mediante questa espressione e con l'ausilio della (1) sono stati calcolati i valori delle ordinate della curva fig. 5.

La f. e. m. e_5 indotta in un quinto filo 5 sarebbe data da una espressione analoga a quella che compare nel 2° membro della (6); e la f. e. m. indotta fra i due fili (voltaggio trasversale), sarebbe dato da $e_4 - e_5$.

Se del circuito fa parte la terra come conduttore di ritorno, imprecisa diventa la determinazione del coefficiente di mutua induzione. Si suole in tal caso nel calcolo sostituire alla terra l'immagine del filo aereo, la quale però non si può collocare, come è permesso di fare nel calcolo dei coefficienti di induzione elettrostatica, ad una distanza al disotto della terra, uguale all'altezza da questa del filo, giacchè tale immagine si trova ad una profondità molto maggiore, profondità che varia con la natura del suolo e con la frequenza della corrente, diminuendo col crescere di questa. Dai risultati delle prove fatte in Italia per misurare le f. e. m. indotte provocate dalle correnti della trazione ferroviaria (frequenza 16 2/3) si son desunte profondità variabili da 500 a 5000 metri. In America tale profondità si è trovata variabile da m 180 a 300 circa per una frequenza di 60.

Prendendo in considerazione l'immagine, un circuito unifilare deve considerarsi sostituito da un circuito bifilare formato dal filo reale e dalla sua immagine, percorsi rispettivamente da correnti uguali e di senso contrario.

Indicando con r_{1a} ed s_{1a} le distanze di un filo a da un filo 1 e dalla sua immagine, il coefficiente M di mutua induzione invece che dalla (1) sarà dato in virtù della (3) da

$$8)\qquad M = 2\, l \log_e \frac{s_{1a}}{r_{1a}}$$

Nel caso di un sistema trifase squilibrato, saranno da considerare in un filo 4 parellelo le seguenti f. e. m. indotte:

1° la f. e. m. prodotta dalle componenti equilibrate. Si calcola mediante le formule (6) e (7).

2° la f. e. m. prodotta dalla componente monofase che percorre il circuito costituito da due dei tre fili. Si calcola con la formulà (2'), in cui M è data dalla (3).

3° la f. e. m. prodotta dalla componente monofase che percorre il circuito costituito dai tre fili presi in parallelo e dalla terra. Se si indica con I_R la corrente totale residua e quindi con $\frac{I_R}{3}$ la corrente residua in ciascuno dei 3 fili, la f. e. m. indotta e sarà data da

$$e = - j\,\omega\,\frac{I_R}{3}\,(M_{14} + M_{24} + M_{34})$$

in cui i coefficienti di mutua induzione dovranno calcolarsi in base alla (8). La espressione finale è data da

$$9)\qquad e = - j\,\omega\,\frac{I_R}{3} \cdot 2\, l \log_e \frac{s_{14}\; s_{24}\; s_{34}}{r_{14}\; r_{24}\; r_{34}}$$

(Per maggiori particolari Vedi Livingston P. Ferris Report N. 64 on inductive interference etc.).

Nel caso di trazione monofase (quello della trazione trifase si riduce facilmente a questo), il sistema inducente dovrà considerarsi risoluto in due sistemi, uno costituito dal filo di trolley e dalla sua immagine, l'altro dallo stesso filo di trolley e dalle rotaie. Se si indicano con r_{ta} r_{ra} r_{sa} le distanze del filo di trolley, dell'asse delle rotaie, e della immagine da un filo a parallelo, con I la corrente nel filo di trolley, con I_r la corrente nelle rotaie, e quindi con $I - I_r$ la corrente nella immagine, la f. e. m. indotta nel filo 1 sarà data da

$$10)\qquad e = - j\,\omega \left\{ \left(2\, l \log_e \frac{r_{ra}}{r_{ta}}\right) I_r + \left(2\, l \log_e \frac{r_{sa}}{r_{ta}}\right)(I - I_r)\right\}$$

Conoscendo le correnti I ed I_r, la f. e. m. indotta e, e le distanze r_{ta}, r_{ra}, l'equazione (10) permette di determinare la distanza r_{sa} e quindi la profondità della immagine.

Avendo a disposizione un secondo filo parallelo convenientemente distante dal primo perchè si abbia una f. e. m. indotta di valore sensibilmente diverso, si possono determinare insieme la profondità della immagine e la corrente I_r.

I risultati desunti dall'applicazione della formula (10) non possono evidentemente essere che approssimati.

LETTERE ALLA REDAZIONE

Sul calcolo di massimo tornaconto delle linee elettriche.

Riceviamo e pubblichiamo:

*Gli Ingg. Fascetti e Melinossi nel loro studio apparso sull'*Elettrotecnica *del 5 aprile scorso* «Determinazione della tensione concatenata e della sezione dei conduttori di massima convenienza per grandi linee di trasporto» *arrivano alla conclusione che per una data potenza da trasportare — qualunque sia la distanza — è conveniente dal punto di vista economico adottare una certa tensione ed una determinata sezione di rame.*

Mi permetto di fare qualche osservazione sul risultato al quale giungono gli Autori.

Essi si basano sulle seguenti premesse:

1) *La tensione massima adottabile è determinata dalla sezione del conduttore (in quanto la sezione è legata al diametro e questo al valore critico della tensione per effetto corona).*

2) *Il costo del rame per km è proporzionale alla sezione del conduttore.*

3) *Il costo della energia perduta per km è pure una funzione della sezione per una data quantità di energia da trasportare ad una tensione che dipende dalla sezione stessa.*

Paragonando poi il prezzo dell'energia dissipata per km col prezzo (e relativo ammortamento) del rame impiegato per km gli AA. stabiliscono le condizioni di massima convenienza per una determinata potenza da trasportare.

Le considerazioni sono come si vede indipendenti dalla lunghezza della linea. Lo sviluppo del calcolo così impostato per quanto ingegnoso porta a conclusioni inaccettabili: e la cosa era facilmente prevedibile in quanto fra gli elementi principali che determinano le proporzioni di un trasporto gli A. hanno dimenticato proprio i fattori più importanti e decisivi.

Essi fissando un legame tra sezione del conduttore e tensione considerano:

a) *il costo del rame per km (e relativo ammortamento);*

b) *il costo dell'energia perduta per km;*

e trascurano:

c) *la variazione di costo in dipendenza della tensione (il che non è lecito, poichè basterebbe citare l'influenza della tensione sul prezzo dei pali, degli isolatori, delle cabine, delle centrali, dell'apparecchiatura in genere, ecc.);*

d) *la perdita* assoluta *d'energia;*

e) *la caduta di tensione;*

f) *la regolazione del sistema.*

Avvertono bensì gli A. che trovata la soluzione migliore cioè la tensione e la sezione più conveniente per una data potenza occorrerà verificare la caduta: ma io osservo che la caduta è proprio uno degli elementi preponderanti e controllare questo dato significa ricalcolare il trasporto abbandonando tutta la interessante ricerca di minimo.

Le conclusioni prospettate dagli A. appaiono certo criticabili: e per convincersi della manchevolezza dei risultati basterà, all'infuori di ogni discussione, dare un'occhiata agli impianti eseguiti nel nostro paese ed altrove. Desta certo meraviglia sentire che il trasporto (a che distanza?) di 5000 kW richiede proprio — se si vuol fare economia — la tensione di 80 200 Volt con un filo da 35 mm²!!

A parte la critica al caso presente, sul quale gli A. non potranno a meno di convenire, io ritengo che lo studio che ci occupa serve a dimostrare ancora una volta che le determinazioni matematiche in materia di convenienza tecnico-economica non danno buoni frutti. E la colpa non è della matematica. I risultati inaccettabili provengono dalle premesse errate, semplificate, incomplete o manchevoli che si mettono a base del calcolo per rendere possibile la soluzione matematica. Inoltre nel processo algebrico si dimenticano i numerosi fattori, difficilmente esprimibili in numeri i quali invece contengono veramente i germi del successo o dell'insuccesso tecnico-economico.

La più bella, la più utile, la più perfetta opera di ingegneria non è un problema di minimo ma risulta dalla proporzione armonica e geniale di tutte le sue parti in rapporto alle funzioni di ciascuna di esse.

Mi sono permesso di svolgere queste brevi considerazioni prendendo come spunto lo studio degli Ingg. Fascetti e Melinossi, convinto che la discussione serena è benefica fiamma che accende gli intelletti.

Il mio saluto agli egregi Autori, che certo vorranno con equo animo accogliere questi miei appunti dettati dal desiderio di mettere in giusta luce gli elementi del problema.

GINO REBORA.

★

Gli Ingg. Fascetti e Melinossi così rispondono:

L'Ing. Rebora scrive che noi abbiamo trascurato:

1) *La variazione di costo in dipendenza della tensione (il che non è lecito, poichè basterebbe citare l'influenza della tensione sul prezzo dei pali, degli isolatori, delle cabine, delle Centrali dell'apparecchiatura in genere, ecc.).*

2) *La perdita* assoluta *d'energia.*

3) *La caduta di tensione.*

4) *La regolazione del sistema.*

I a) *Sul primo punto e per ciò che riguarda il costo di attrezzatura della Centrale e della cabina non abbiamo che da riferirci alle parole con cui iniziavamo il nostro studio:*

«In una grande linea di trasporto la variazione del costo degli apparecchi terminali con la variazione della tensione è trascurabile in confronto della variazione del costo totale della linea. Si può quindi procedere allo studio economico della linea considerando soltanto gli elementi costituenti la linea stessa».

Con tali premesse è logico che si arrivi a una conclusione indipendente dalla lunghezza della linea. E che tali premesse possano verificarsi nei trasporti di energia di qualche importanza e a distanze considerevoli ci sembra perfettamente ammissibile, quando si tenga presente che nelle Centrali di produzione, con la tensione, si modifica soltanto l'attrezzatura della cabina di trasformazione, e data la tendenza nelle nuove centrali di ridurre al minimo le unità di produzione e di semplificare gli schemi, la spesa che ne deriva è talmente piccola in confronto alla spesa totale della centrale e della cabina da potersi ritenere trascurabile nella maggior parte dei casi.

I b) *Passando alle altre spese dipendenti dalla tensione dobbiamo dir subito che degli isolatori abbiamo tenuto conto; l'Ing. Rebora forse non si è fermato alle considerazioni svolte alla fine del primo paragrafo del nostro lavoro. Noi abbiamo introdotto nel calcolo direttamente soltanto i valori che sono esattamente esprimibili con formule e cioè: peso del rame e perdita di linea, ma non abbiamo trascurato la spesa degli isolatori. Infatti dopo aver stabilito in primo luogo la sezione dei conduttori e la tensione di linea di massima convenienza tenendo conto degli aggravi annui derivanti dal rame e dalle perdite di linea, cercavamo se il costo degli isolatori poteva modificare il risultato ottenuto e concludevamo che «perchè fosse conveniente diminuire per esempio del 10% la V ricavata dal diagramma bisognerebbe che il minore aggravio annuo derivante dalla differenza del costo degli isolatori per la tensione V e per la tensione 0,9 V fosse maggiore od uguale al maggiore aggravio annuo derivante da un aumento dell'11% del peso del rame e da un aumento dell'11% delle perdite». Dunque abbiamo anche dato modo di valutare l'influenza del costo degli isolatori sulla determinazione della tensione di linea e della sezione dei conduttori.*

Una volta che il progettista abbia scelto il tipo d'isolatore che più lo soddisfa e il numero N di isolatori da mettere in catena, ha i tre elementi degli aggravi: aggravio dovuto al rame, alle perdite ed agli isolatori.

Costituendo una catena di N - I elementi e modificando la tensione di linea in modo da essere proporzionata alla catena di elementi N - I; aumentando la sezione del conduttore in rapporto alla nuova tensione ed in modo da conservare la densità di massima convenienza, il progettista ha nuovamente i tre elementi degli aggravi per la nuova soluzione. Dal confronto può decidere se la prima soluzione sia più conveniente della seconda.

Quindi il nostro diagramma serve come punto di partenza e la soluzione ricavata dal diagramma stesso, dati i prezzi attuali degli isolatori, del rame, e del kW anno, è in generale la soluzione di massima convenienza effettiva. Ma anche per il caso in cui i costi degli elementi sopra considerati si spostino relativamente in modo notevole, noi abbiamo dato il metodo di calcolo della soluzione migliore.

I c) *Altro elemento di costo dipendente dalla tensione è il peso del palo, ma su di esso l'influenza della tensione prescelta è sempre assai piccola ed in ogni caso molto minore che quella esercitata da altri fattori, che sono completamente in arbitrio del progettista. Basta ricordare che la variazione della sollecitazione unitaria massima ammessa nel rame può portare delle variazioni di altezza di palo quattro o cinque volte maggiori di quelle dovute alla tensione.*

Ed a questo proposito preghiamo l'Ing. Rebora di volere essere così cortese di leggere il recente studio fatto dall'Ing. Fascetti sulle palificazioni e che Domenica 24 corr. sarà comunicato alla Sezione di Livorno, nel quale si arriverebbe alla conclusione che lo studio della palificazione è un problema praticamente indipendente dallo studio della sezione dei conduttori e della tensione di linea.

2) *Non abbiamo ben compreso che cosa intenda l'Ing. Rebora per perdita assoluta d'energia. Forse egli intende riferirsi alla perdita per km. Ma nei casi in cui sono vere le nostre pre-*

messe (riportate or ora in 1 a) la considerazione della perdita per km tiene correttamente conto dell'aggravio per energia perduta e non ci pare sia razionale volerne tener conto una seconda volta.

3) La caduta di tensione non è un elemento che possa esser preso in considerazione dal punto di vista economico. Ogni volta che la tensione di linea e la sezione dei conduttori da noi stabilita, data la lunghezza della linea, porta a cadute di tensione ammissibili per un buon servizio, non abbiamo bisogno di fare altre ricerche inquanto che la caduta di tensione, o maggiore o minore che sia purchè compatibile con le esigenze del servizio, non sposta il problema economico.

4) Soltanto quando ciò non avvenga occorre considerare anche la regolazione del sistema. In tal caso infatti non è più soddisfatta la premessa da noi posta cioè che la linea possa considerarsi economicamente indipendente dalla cabina di ricevimento. Ma in ogni modo trovata la soluzione più conveniente per la linea di trasporto resterà più facile trovare la soluzione più conveniente anche per la risoluzione del problema più complesso (linea e regolazione).

Venendo ora alle considerazioni d'insieme, l'Ing. Rebora trova strano che negli esempi da noi riportati a fine del nostro lavoro, per una grande linea di trasporto di 5000 kW sopra una terna la tensione sia risultata di 80 000 V e la sezione di 35 mm² e domanda qual'è la distanza del trasporto. Gli esempi da noi riportati avevano lo scopo di dimostrare l'uso del nostro diagramma ma i dati sopra riportati valgono sempre quando siano soddisfatte le condizioni stabilite e cioè:

1° che la linea sia di lunghezza tale che riducendo la tensione da 80 000 V ad una tensione minore la diminuzione degli aggravi annui della centrale di produzione e della cabina ricevente sia piccola in confronto dell'aumento degli aggravi annui della linea.

2° che la caduta di tensione sia compatibile con un buon servizio.

3° che l'analisi del costo degli isolatori, fatta come sopra abbiamo spiegato, non modifichi la prima soluzione trovata.

4° che il costo del kW anno sia di L. 153, il costo del rame sia di L. 8 il kg e la quota interesse ammortamento stabilita sia del 12%.

Non vediamo poi perchè debba destare tanta meraviglia il fatto che per un trasporto, poniamo ad esempio di 10 000 kW su due terne alla distanza di 180 km possa risultare come tensione più conveniente quella di 80 kV. Non ci sembra, se non siamo male informati, che la linea Pescara-Napoli lavori spesso in condizioni tanto lontane da queste e se anche così non fosse resterebbe da dimostrare per i dati ora scelti come esempio, la maggiore convenienza di una tensione più bassa.

Nè il criterio di «dare un'occhiata agli impianti eseguiti» che ha pure, ben s'intende, il suo valore, ci sembra così decisivo come mostra di credere l'Ing. Rebora. Se così fosse si potrebbe per estrapolazione concludere che conviene smettere di studiare i problemi della tecnica e curar solo d'imitare il già fatto. Per contro, senza extrapolazione, noi riteniamo, e molte verifiche su linee esistenti ci hanno confermato in questa convinzione, che il già fatto non sia l'ottimo e che per parecchie linee costruite meglio avrebbe giovato scegliere tensioni sensibilmente più alte.

Siamo perfettamente d'accordo con l'Ing. Rebora che le determinazioni matematiche in materia di convenienza tecnico-economica non danno buoni frutti, ma la nostra non è una determinazione puramente matematica. Si sono introdotti direttamente nel calcolo soltanto il peso del rame e le perdite in kW in funzione della tensione, quantità che non si possono e non si debbono calcolare altro che matematicamente. La questione degli isolatori e della palificazione è introdotta nello studio della convenienza economica con un criterio tale da lasciare al progettista la massima libertà nella risoluzione tecnica del problema senza per ciò trascurarne la parte economica.

E' soltanto così che si può ottenere la proporzione armonica di tutte le parti di una linea in rapporto alle funzioni di ciascuna di esse; proporzione armonica che deve esservi sia per quanto riguarda la parte tecnica, sia per quanto riguarda la parte economica.

Ringraziamo vivamente l'Ing. Rebora per il suo interessamento al nostro lavoro tanto più che ci ha dato modo di chiarire il nostro pensiero su alcune parti del nostro studio che forse fu presentato in una forma troppo sintetica. L'interessamento e la critica di egregi colleghi ci riescono assai graditi perchè anche noi siamo convinti che la discussione, se serena, potrà mettere in giusta luce gli elementi di un problema tanto interessante.

Livorno, 20 Maggio 1921.

INGG. C. FASCETTI - G. MELINOSSI.

:: SUNTI E SOMMARI ::

COSTRUZIONI.

TAILOR — **Per diminuire il riscaldamento delle armature laminate.** (Electrical World, 24 dicembre 1920, pag. 1159).

L'autore si occupa di migliorare il coefficiente totale di trasmissione del calore attraverso le armature delle macchine formate di pacchi di lamierini; è evidente che in tal modo si viene a migliorare il raffreddamento della macchina. Nel presente studio l'autore considera in modo particolare l'effetto di una pressione applicata al pacco di lamierini in modo da rendere più perfetto il contatto delle varie facce degli stessi. L'esperienza si è portata su pacchi di lamierini di ferro comune, o di acciaio al silicio verniciati sulle due facce.

La disposizione usata per l'esperienza è indicata in figura 1. Il riscaldamento era ottenuto mediante una resistenza avvolta attorno a una lastra di mica; questa lastra era a sua volta compresa fra altre

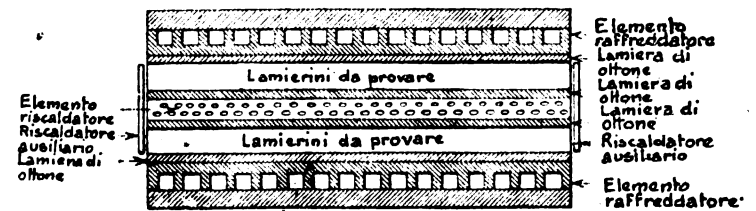



Fig. 1.

due lastre e queste ancora fra due lamiere di ottone. I lamierini da provare erano riuniti in due pacchi di trenta lamierini ciascuno che venivano posti uno per parte del blocco di riscaldamento sopra indicato; esternamente si ponevano altre due lastre di ottone e finalmente una camicia di raffreddamento a circolazione d'acqua. Per impedire dispersione di calore dalle due estremità del pacco, esso veniva chiuso, come è indicato in figura, con due elementi riscaldatori addizionali. Le temperature interne erano misurate mediante coppie termoelettriche. I riscaldatori addizionali venivano regolati in modo che la temperatura letta verso il mezzo del pacco e quella letta in prossimità dei riscaldatori stessi, fossero eguali; si garantiva così un flusso uniforme di calore attraverso il pacco di lamierini normalmente ad essi.

La quantità di calore sviluppata era desunta dalla corrente circolante nella resistenza interna. La temperatura media del pacco di lamierini fu mantenuta in tutte le esperienze, di 85°.

Il dispositivo sopra descritto veniva poi collocato sotto una pressa a pressione graduabile, e si determinava la conduttività trasversale in Watt per centimetro quadrato, con diversi valori della pressione.

La figura 2 riassume i risultati ottenuti con lamierini di acciaio ordinario fino a pressioni di 9,1 kg per cm². Come si vede in figura aumentando la pressione aumenta rapidamente la conduttività. Se dopo aver percorso la scala ascendente delle pressioni si ritorna gradata-

Fig. 2.

mente ai valori minori, la conduttività conserva valori superiori a quelli della esperienza precedente; ossia la curva a pressioni decrescenti, si conserva sempre superiore a quella a pressioni crescenti. Percorrendo il ciclo parecchie volte si ottengono conduttività sempre mi-

gliori; però dopo un certo numero di cicli si tende ad arrivare a una curva pressochè costante.

La conduttività era determinata colla solita formula

$$Q = \frac{k A (t_2 - t_1)}{d}$$

e si misurava perciò accuratamente lo spessore del pacco alle diverse presioni. Per ottenere dati attendibili occorre attendere alcune ore fra una lettura e l'altra.

Dallo spessore medio del pacco misurato alle due estremità, e il peso specifico del ferro, si determinava per ogni pressione, la percentuale di spazio occupata nel pacco, dal ferro stesso. Le due curve punteggiate in figura rappresentano appunto la percentuale di spazio occupato dal solo ferro, e dal ferro più la vernice; questa percentuale cresce naturalmente colla pressione ma è interessante notare che le due curve tendono a diventare orizzontali cosicchè anche ad alte pressioni resta più del 3% dello spazio occupato dall'aria inclusa.

La natura della superficie dei lamierini ha sensibile importanza nel fenomeno. La fig. 3 mostra appunto come varia la conduttività colla pressione, impiegando lamiere verniciate o non verniciate. La vernice

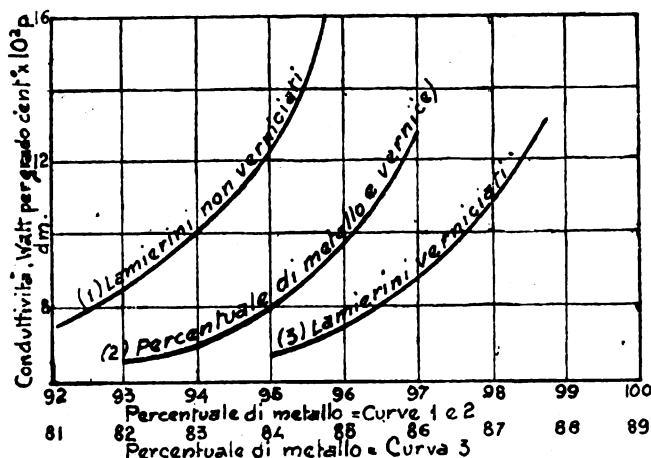



Fig. 3.

rendendo più intimo il contatto fra le due facce opposte, la curva che le corrisponde è più ripida di quella corrispondente a lamierini non verniciati.

Dalle esperienze dell'autore risulta che la conduttività trasversale è maggiore con l'acciaio ordinario che con l'acciaio al silicio; però la differenza è assai minore di quella fra le rispettive conduttività longitudinali.

R. S. N.

* *

ELETTROCHIMICA.

Le applicazioni pratiche del sistema Cottrell per la precipitazione elettrica delle particelle in sospensione. (Engineering, 28 genn. 1921).

Come è noto il sistema Cottrell [1] per il ricupero dei materiali in sospensione nei fiumi e nei vapori, consiste nel far passare i gas da trattare attraverso tubi verticali o camere in cui essi sono esposti alla scarica ad alta tensione fra elettrodi costituiti da un filo, una catena o un nastro assiale e le pareti o le lamiere del tubo o della camera. Sotto l'azione della scarica per l'effetto corona, le particelle solide e i vapori tenuti in sospensione vengono trasportati sopra uno degli elettrodi, mentre la scarica non separa i varii gas costituenti. Per ottenere che le particelle si muovano sempre nella stessa direzione, si impiegano in pratica correnti raddrizzate con elettrodi negativi isolati ed elettrodi collettori positivi collegati alla terra. Si possono anche impiegare correnti alternate, ma in tal caso la precipitazione è meno completa, probabilmente perchè le particelle si muovono troppo lentamente rispetto alle alternazioni della corrente e oscillano fra i due elettrodi. In pratica una parte del materiale precipitato si raccoglie anche sull'elettrodo di scarica, il quale viene ad intervalli ripulito mediante scuotimento o spazzolamento, dopo avere interrotto la corrente. Quantunque si sia studiato l'impiego di tensioni fino a 100 000 ed a 250 000 V, in pratica non si superano quasi mai i 60 000, ed il trasformatore, che è munito di parecchi serrafili di presa, non funziona generalmente colla massima tensione. I vantaggi dell'alta tensione consistono nella possibilità di distanziare gli elettrodi e di trattare grandi volumi di gas; gli inconvenienti per contro consistono nelle difficoltà d'isolamento e nell'elevato costo dei trasformatori, i quali devono resistere ai violenti sovraccarichi dovuti ai frequenti corti circuiti. L'impiego di correnti raddrizzate implica naturalmente l'uso di raddrizzatori. I lunghi elettrodi assiali a filo o a catena sono spesso soggetti a oscillazioni sotto l'azione delle scariche, a causa probabilmente di difetto di simmetria nel campo.

Il sistema Cottrell, che è già stato utilmente applicato in molte fabbriche di acido solforico, raffinerie di piombo, di argento e di rame, fabbriche di cemento, officine metallurgiche, zuccherifici, fabbriche di sostanze alimentari essiccate (latte, uova, etc.) e simili, ha avuto recentemente una importante applicazione per il trattamento dei vapori di acido solforico nella fabbrica di cordite della marina inglese a Holton Heath.

L'impianto, che è doppio, comprende due paia di camere, e due camere in parallelo costituiscono un'unità destinata al trattamento dei vapori acidi sviluppati da due forni Kessler, in ciascuno dei quali vengono concentrate da 10 a 15 tonn di acido solforico ogni 24 ore. La potenzialità dell'impianto è risultata doppia di quella prevista.

L'impianto di precipitazione elettrica comprende due unità da 10 kVA costituite ciascuna da: un trasformatore principale con raffreddamento in olio, 440/100 000 volt, monofase a 50 periodi; un motore sincrono e raddrizzatore da 0,5 HP alimentato con corrente trifase a 650 Volt, col disco del raddrizzatore montato sull'asse prolungato del motore; un auto-trasformatore per 650/440/200 volt predisposto per regolare la tensione secondaria con 17 gradi intermedi fra 440 e 200 Volt; un avviatore per il motore ed accessorii. L'auto-trasformatore è inserito nel circuito primario del trasformatore principale e i 17 contatti del commutatore a quadrante permettono di variare la tensione fornita al primario fra 200 e 440 Volt; il rapporto di trasformazione del trasformatore principale è poi tale che con 440 volt al primario si ottiene al secondario la tensione massima richiesta, cioè 100 000 Volt. Risulta quindi superflua la regolazione fra 440 e 650 Volt. Il precipitatore funziona generalmente con corrente a 55 000 Volt; la messa a terra degli apparecchi è centralizzata.

Le camere di precipitazione sono cassoni di legno lunghi m 5.90, alti m 1.70 e larghi m 1.40, completamente rivestiti internamente con lamiere di piombo della massima purezza, pesanti circa 50 kg per metro quadrato. Le lastre degli elettrodi sono più leggiere, pesando circa 40 kg per metro quadrato; il forte spessore del rivestimento fu adottato per il caso che fossero messi fuori servizio gli scrubbers a coke e i vapori acidi caldi fossero inviati direttamente nelle camere di precipitazione. Attualmente i vapori entrano nelle camere a circa 80° C. con una velocità di m 1,50 al secondo. Gli elettrodi di raccolta sono sospesi a travi longitudinali coperte di piombo; gli elettrodi di scarica, sospesi a isolatori a campana, hanno la sezione a croce coi bracci di circa 5 cm di larghezza e 6 mm di spessore, e cogli orli affilati.

L'impianto di precipitazione funziona in modo continuo e richiede pochissima sorveglianza, salvo l'ispezione periodica di un elettricista. Quando la precipitazione viene arrestata appare subito all'uscita una nube di nebbia che si risente anche all'olfatto; quando invece funziona, lo scarico dai fumaioli è quasi invisibile e la soppressione dei vapori acidi è pienamente soddisfacente. Dalla sua entrata in servizio, nel 1919, ad oggi non si è osservata sensibile corrosione degli elettrodi.

Prima di terminare possiamo riportare qualche cifra relativa ad alcuni grandi impianti Cottrell americani e giapponesi.

In una fabbrica americana che produce 50 tonn di acido solforico al giorno, ogni minuto passano per il precipitatore (costituito da 16 tubi verticali di m 4,60 di lunghezza e cm 30 di diametro) 85 metri cubi di vapori alla temperatura di 57,5° C. Gli elettrodi di scarica sono formati con robusti regoli assiali di piombo con sezione a croce e con anime di ferro.

In un altro impianto americano 850 metri cubi al minuto vengono trattati in quattro unità dello stesso tipo e depositano 25 tonn di acido al giorno. Quando si devono liberare dalla polvere i vapori caldi di SO_2 alla temperatura di 600° C. o più, i precipitatori sono generalmente del tipo a lastre, in cui il gas fluisce orizzontalmente attraverso pesanti lastre di acciaio fra le quali sono sospesi nastri di acciaio o ferri ad angolo. A queste temperature il piombo non risponderebbe allo scopo. Quando però è possibile raffreddare i gas fino a 315° C. o meno, si usano di nuovo i precipitatori tubulari.

In un impianto nel Wisconsin in cui si trattano minerali di zinco, 480 metri cubi di gas al minuto passano attraverso due unità costituite ciascuna da 36 tubi di acciaio, e depositano 3,5 tonn. al giorno di polvere contenente 22 per cento di zinco. I precipitatori funzionano ad 85 000 volt ed occupano uno spazio di soli m 8,50 × 5,20 per m 10.70 di altezza.

Nel Giappone le fonderie di Ashio hanno due impianti di 30 kW funzionanti a 80 000 Volt. Le polveri contengono 31,83 per cento di arsenico, 5,57 per cento di zinco, 19,70 per cento di zolfo e 1,37 per cento di rame. Le fonderie di Kamioka impiegano 6 kW alla tensione di 70 000 Volt. Le polveri contengono 57,26 per cento di piombo, 19,65 per cento di arsenico, 1,68 per cento di zinco. Le fonderie di Ikuno impiegano 30 kW ad 80 000 Volt, e le polveri contengono 32,39 per cento di arsenico, 10,80 per cento di stagno, 12,17 per cento di zolfo e 6,8 per cento di zinco. Le raffinerie di rame di Miko impiegano 5 kW a 100 000 volt, e le polveri contengono 54,9 per cento di piombo e 14,23 per cento di selenio.

E. C.

[1] Vedasi questo giornale, n.° del 15 marzo 1919, pag. 155 e n.° del 15 maggio 1920, pag. 253.

* *

FISICA GENERALE.

E. ADINOLFI. — **Sui centri di assorbimento delle soluzioni colorate.** (Rend. R. Acc. dei Lincei, luglio 1920, vol. XXIX, pag. 38).

Lo studio dell'assorbimento è stato fatto sottoponendo all'esame spettroscopico soluzioni a concentrazioni variabili per diffusione, onde avere curve continue di assorbimento e che meglio si prestano per la individuazione dei centri delle bande. Questo metodo impiegato con soluzioni di permanganato di Ca e K ha dato i seguenti risultati degni di rilievo:

Fra le curve di assorbimento delle due sostanze si riscontra perfetta identità. Le frequenze degli otto centri di risonanza sono legate dalla relazione: $\nu = \nu_m \pm k\, n$ dove ν_m rappresenta la frequenza del massimo dei centri, k una costante, n la serie dei numeri interi da -2 a $+5$. La dissociazione non esercita influenza sul gruppo atomico risonatore dei due permanganati.

* *

IMPIANTI.

A. FORTI. — **I laghi serbatoi artificiali e l'insidia solida.** (Ann. Cons. Sup. delle Acque Pubbliche – vol. II, anno 1920, fasc. I, pag. 3).

L'insidia solida dei laghi serbatoi artificiali è rappresentata dagli interrimenti prodotti dalle sedimentazioni dei materiali, comunque convogliati dalle acque. Questi materiali se sono in sospensione si depositano ove l'acqua assume la minima velocità, se sono invece trascinati si depositano all'immissione dell'acqua nel serbatoio, formando un delta solido mano a mano crescente. La portata solida di un corso d'acqua, che è appunto costituita dai materiali in sospensione e da quelli trascinati, è diversa da un corso d'acqua ad un altro, ed è quella che in ogni singolo caso deve essere determinata per avere un'idea della rapidità di colmazione del lago.

Il tempo necessario per la colmazione completa è dato da

$$T = \frac{1000\ V}{d\ \Sigma\ Q}$$

in cui V è la capacità del lago $\Sigma\ Q$ la portata media integrale annua del corso d'acqua, d il volume specifico (in per mille) di solidi convogliati dalle acque. L'autore ritiene, che debba in ogni caso esser fatta la determinazione di T e che il risultato non debba essere in massima inferiore ai cento anni; senza di che la costruzione del serbatoio non sarebbe conveniente.

E' certo che la rapidità di colmazione è qualche volta molto rilevante. L'autore cita il caso del Serbatoio del Cismon alla Serra, nel quale in un decennio si sono depositati un milione e 850 000 metri cubi di materiale con un contributo solido di 0,36 per mille della portata fluida. Il torrente Cellina ha depositato nell'invaso dell'impianto di Monreale l'1,2 per mille della portata liquida, il Gorzente che alimenta i laghi artificiali creati per l'approvvigionamento idrico di Genova ha depositato 0,52 per mille. Il Genio Civile di Bologna ha misurato per le casse di colmate Edice, Quaderna e Lamone il 6-8 per mille; e l'ufficio idrografico del Po ha calcolato che a Pontelagoscuro la portata solida del fiume è di 0,26 per mille della portata liquida.

L'autore consiglia molta prudenza nello studio e nella costruzione dei grandi laghi artificiali sembrandogli «fuori dubbio che l'influenza della portata solida dei corsi d'acqua minacci in molti casi di convertire gli attesi vantaggi in scottanti delusioni ed irreparabili danni».

A nessuno può sfuggire l'importanza di questa considerazione ed è da augurarsi che i nostri tecnici ed i nostri industriali, sappiano all'occorrenza sobbarcarsi ai sacrifici necessari per la difesa dei laghi serbatoi da un danno così terribile e pur così certo.

E. Sa.

* *

MATERIALI.

ING. E. KRASNOWSKY. — **La Russia petrolifera fornitrice all'Italia di olii minerali e campo di attività per l'industria meccanica italiana.** (L'Industria, pag. 445 del 15 settembre 1920.

La necessità di ridurre al minimo l'importazione in Italia di carbone, dà un forte incremento al consumo degli olii minerali in sostituzione di esso, e rende interessante lo studio di quelle regioni produttrici, che potrebbero fornire l'Italia alle condizioni più vantaggiose. La Russia, che concorre per il 17% nella produzione mondiale, merita tutta l'attenzione del nostro paese. La figura 1 rappresenta l'insieme dei maggiori bacini petroliferi, che possono schematicamente essere elencati come segue:

Bacino di Baku. — Nella Transcaucasia, provincia di Baku. I campi petroliferi più importanti sono quelli di Balakani, Sabunchi, Romani, Bibi Eybat. Il trasporto per l'interno è fatto con vapori e vagoni-cisterna; per l'estero si svolge mediante una tubazione lunga 938 Km avente un diametro di 20 cm che conduce il prodotto da Baku sul Mar Caspio, a Batum sul mar Nero.

La produzione nel 1912 fu di: tonn 1 250 000 di petrolio, tonn 216 000 di benzina, tonn 360 000 di olio lubrificante, tonn 2 600 000 di residui o mazut (nafta combustibile); nel 1919 per difficoltà di trasporto si trovavano accumulati enormi depositi di olii minerali.

Bacino di Grosny. — Sul fiume Sunja, nel territorio trà Mar Caspio e Mar Nero. I trasporti interni si effettuano con vapori e vagoni-cisterna; per l'esportazione esiste una tubatura che va al Mar Caspio, ed è ora in istudio una tubatura Grosny-Mai.kop-Tuapse che andrebbe al Mar Nero. Caratteristica di questo prodotto è l'alta percentuale di paraffina che per l'olio non raffinato è dell'8% e per il raffinato raggiunge il 13%. L'entità della produzione arrivò in un semestre del 1912 a tonn 54 500 e in un semestre del 1913 a tonn 578 000.

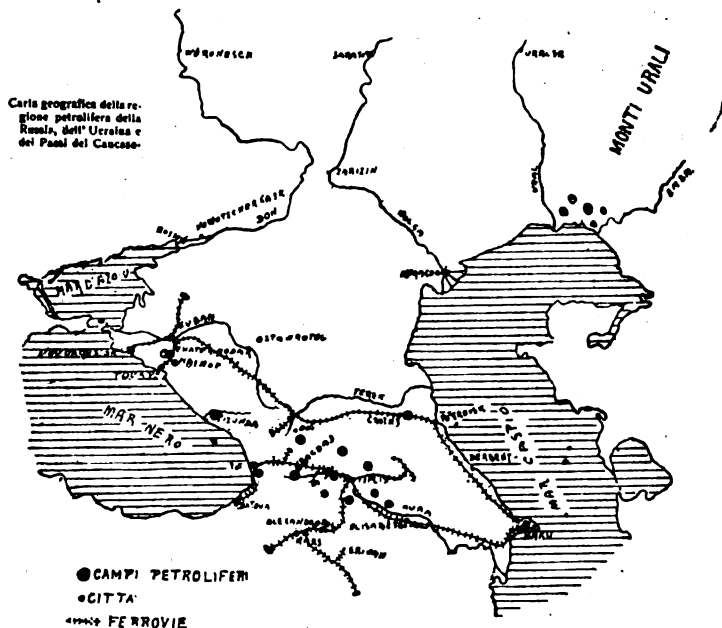



Fig. 1.

Bacino di Mai Kop. — Territorio dei Cosacchi del Kuban, verso il Mar Nero. I trasporti per l'estero si effettuano per via di mare da Tuapse, giungendo ivi il petrolio con una tubatura. La vicinanza al Mar Nero fece sorgere grandi speranze di guadagni, che vennero in seguito sfatate, di modo che delle 66 Società Inglesi costituite, solo 5 rimasero in attività. Nel 1915 la produzione fu di sole tonn 35 000.

Bacino di Uralski. — A Nord del Mar Caspio, prolungantesi fino alla linea Crenburg-Tashkent; questa regione occupa ora uno dei primi posti nella produzione degli olii minerali. Dal 1911 al 1917 la produzione è aumentata del 1500% di modo che passò da tonn 16 360 a tonn 240 000. Fino ad ora solo il 50% dei pozzi sono in attività; il che dà un'idea dell'importanza di questi giacimenti. Tutto fa credere che col tempo questa zona produrrà non meno di quella di Baku. Si sta studiando una canalizzazione che consenta di portare la produzione al Volga, passando per il fiume Ural; in tal modo questo bacino diventerà specialmente importante per l'Italia, avendosi la merce posta direttamente sul Mar Nero.

I bacini suindicati hanno una grandissima importanza per l'Italia, giacchè questa potrebbe svolgere in essi gran parte dell'attività delle sue industrie meccaniche, sia nella costruzione di tubature per il trasporto degli olii minerali, essendo questo l'unico mezzo praticamente attuabile, sia nell'impianto di centrali elettriche per poter coprire con una rete di trasmissione i campi petroliferi, allo scopo di render possibile l'impiego di mezzi meccanici nella trivellazione e in altre operazioni che oggi si compiono con mezzi primitivi e inadatti.

(a. r.)

*

L. BOYER — **Metodi di preservazione del legno usati negli Stati Uniti.** (Revue Générale de l'Electricité, 13 novembre 1920, vol. VII, n. 20, pag. 691).

L'A. enumera i principali procedimenti fra i molti usati negli Stati Uniti per la conservazione del legno. Il più semplice ed economico, ma che dà risultati meno duraturi, consiste nello spalmare il legno, previamente seccato, con due o tre passate di antisettico (creosoto, bicloruro di mercurio, cloruro di zinco) che si infiltra ad una profondità non superiore ai 4—5 mm. Maggior penetrazione e quindi maggior durata del legno si ha invece immergendolo, ben stagionato e seccato, nell'antisettico per un tempo conveniente.

Migliori risultati si ottengono riscaldando il liquido preservante a temperatura di poco superiore ai 100°, immergendovi il legno e lasciando poi raffreddare tutto, oppure sostituendo dopo qualche tempo un antisettico freddo a quello caldo, o infine togliendo il legno dal bagno caldo e immergendolo rapidamente, e subito dopo, in uno

freddo. Per effetto del calore del bagno caldo l'acqua racchiusa nei pori vaporizza e sfugge via insieme con l'aria ivi contenuta, esse sono quindi sostituite dall'antisettico. Quanto più prolungati sono i due bagni (freddo e caldo), tanto maggiori sono l'assorbimento e la penetrazione dell'antisettico.

Lo stesso risultato si può ottenere più rapidamente col metodo d'iniezione in vaso chiuso. Il miglior procedimento è quello del Burnett. Il legno è introdotto in un cilindro metallico di diametro sino a 2,50 mm e se è ancora verde vi si immette per parecchie ore del vapore per seccarlo. Tale operazione non occorre invece se il legno è già secco. In questo caso la prima operazione è quella di produrre il vuoto nel cilindro. Si introduce poi l'antisettico (cloruro di zinco) che si sottopone ad una pressione dai 6 ai 9 kg/cm², che si mantiene sino a quando sieno stati assorbiti circa 8,3 kg di cloruro per m³ di legno trattato. Per legni seccati naturalmente l'operazione dura non più di 12 ore e di 3 per quelli seccati a vapore.

Altri processi derivano da questo con lievi varianti; così nel processo Bethell anzichè cloruro di zinco s'impiega creosoto. Nel Lowry dopo l'iniezione dell'antisettico si produce nuovamente il vuoto, in modo da lasciare nel legno solo una quantità di creosoto precedentemente fissata. Nel metodo Ruping il legno prima è sottoposto ad aria compressa poi, senza togliere questa, all'azione del creosoto ad una pressione maggiore di quella dell'aria. Ad operazione finita, per effetto dell'aria rimasta compressa nei pori vien ricuperato l'eccesso di creosoto immessovi. Questo ricupero viene facilitato in ultimo sottoponendo il legno all'azione del vuoto. Nel processo Card si impiega un miscuglio di creosoto (80%) e cloruro di zinco (20%), il metodo è quello del Burnett, ma alla fine dell'operazione si fa il vuoto come nel Lowry.

L'A. riporta in seguito le norme più accreditate negli Stati Uniti per giudicare della buona qualità del creosoto, del cloruro di zinco e del fluoruro di sodio, pel trattamento, sia delle traversine delle ferrovie, sia dei pali telegrafici. Per questi è stabilito dall'amministrazione delle Poste e Telegrafi, che il creosoto debba avere un peso specifico di 1,08 a 38°, essere liquido a 18°, non contenere più del 2% di acqua ed essere solubile nell'acqua in frazione non superiore al 0,5 del peso del campione. Il cloruro di zinco deve essere esente da acidità e non contenere più del 0,5% di ferro.

Da esperienze eseguite il migliore antisettico sembrerebbe il fluoruro di sodio, che è poco costoso, non è velenoso, come il bicloruro di mercurio, è più tossico degli altri per gli insetti del legno, attacca pochissimo l'acciaio e resiste assai bene all'azione lavante delle pioggie. Lo s'impiega in soluzione tale che la quantità iniettata sia da 7 a 8 kg per m³ di legno.

A. Bz.

* *

MISURE: METODI ED ISTRUMENTI.

E. PREUNER e L. PUGNS — **Determinazione calorimetrica del rendimento di valvole ioniche generatrici.** (Jahrb. d. drahtl. Tel. 1920, vol. XV, fasc. VI, pag. 469).

Gli AA. si sono serviti di un calorimetro ad olio di paraffina per determinare la parte di energia dissipata sotto forma di calore da una valvola adoperata per generare energia oscillatoria in un circuito che faceva le veci di antenna radiotelegrafica. Essi hanno immerso la valvola nel calorimetro e, misurando sia l'energia fornita sotto forma di corrente continua, sia quella convertita in calore, hanno potuto dedurre quella trasformata in corrente oscillatoria e calcolare quindi il rendimento di generazione.

Secondo gli autori il mezzo si è rivelato semplice, pratico ed esatto. Difficoltà principale del sistema è lo scambio lentissimo di calore tra gli elettrodi caldi contenuti nel vuoto dell'ampolla e il liquido del calorimetro; tuttavia mantenendo accuratamente costanti le condizioni di esperienza, si possono ottenere buoni risultati [1]. In prove comparative fra un calorimetro a recipiente di vetro ed uno di lamierino di zinco (diametro 25 cm, altezza 30) essi si sono accertati che quest'ultimo non causava assorbimento apprezzabile di energia per correnti parassite; poi, con un semplice lampadino, hanno verificato che le misure di energia fatte col calorimetro differivano per meno dell'1,2% da quelle fornite da istrumenti elettrici. Infine essi hanno dovuto assicurarsi, che i risultati non riuscissero falsati da oscillazioni secondarie formantisi nei collegamenti esterni al di fuori del circuito oscillatorio di utilizzazione. Il calorimetro era munito di agitatore costituito da tre corone circolari bucherellate di fibra dura, mosse alternativamente 80 volte al minuto primo.

La valvola da studiare veniva montata secondo lo schema della fig. 1, nel quale per semplicità si sono tralasciati sia l'amperometro ed il voltmetro destinati alla misura della potenza fornita al filamento, sia il commutatore destinato a permettere la lettura nei due rami di questo circuito, per depurare la corrente di accensione da quella anodica, che pure li attraversa entrambi in parallelo, sottraendosi quindi in un ramo a quella di accensione ed aggiungendosi nell'altro.

La tensione anodica era fornita da un alternatore a 500 periodi, che, per mezzo di un trasformatore elevatore di tensione e d'un raddrizzatore ad argon, portava la tensione a 2000 V lasciando la possibilità di regolazione entro ampii limiti. All'antenna era sostituito un

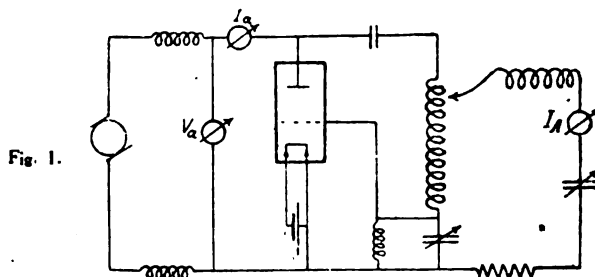



Fig. 1.

circuito equivalente a capacità variabile; e di esso col metodo di sostituzione era stata determinata la resistenza totale equivalente o resistenza di smorzamento R_A. L'onda impiegata è stata in tutte le prove quella di 600 metri.

Gli AA. riferiscono particolarmente i risultati relativi a due valvole, l'una del tipo Telefunken II, l'altra della ditta Müller di Amburgo. Su ciascuna valvola hanno sperimentato prima a vuoto, ossia senza che generasse oscillazioni, poi in funzionamento come generatrice. Nelle due condizioni, oltre a mentenere invariata l'accensione del filamento o catodo, hanno cercato di regolare la corrente anodica in modo che la temperatura dell'anodo fosse la medesima. Con ciò la potenza tramutata in calore dovrebbe essere, secondo Barkhausen, la stessa e si potrebbe quindi dedurla come somma della potenza di accensione e della potenza anodica. La temperatura dell'anodo viene rilevata con un metodo ottico di confronto con un lampadino campione. I risultati, come si vede dalla tabella seguente, sono assai concordi, tuttavia gli AA. ritengono più sicuri quelli ottenuti col metodo calorimetrico che non quelli per confronto col funzionamento a vuoto, perchè in quest'ultimo caso non si tien conto della differenza fra le quantità di calore sviluppate sulla griglia a vuoto e in funzionamento normale.

TABELLA.

		Valvola Telefunken			Valvola Müller	
		a vuoto	in oscillazione		a vuoto	in oscillaz.
Equivalente in acqua del calorimetro	g	5750	5750	5750	5800	5800
Sopraelevamento di temperatura		2°,75	2°,72	2°,50	2°,67	2°,75
Durata di immersione	sec	420	420	420	420	420
Accensione — tensione	V	11,5	11,5	11,5	12,5	12,5
Accensione — corrente	A	3,0	3,0	3,0	4,80	4,80
Accensione — potenza	W	34,5	34,5	34,5	60	60
Circuito anodico — tensione	V	2465	2110	2000	240	2100
Circuito anodico — corrente	A	0,051	0,158	0,150	0,40	0,59
Circuito anodico — potenza	W	125,5	334	300	96	334
Corrente oscillatoria ($R_A = 13 \Omega$) I_A	A	0	3,98	3,78	0	4,20
Potenza elettrica totale, spesa W_t	W	160	368,5	334,5	156	394
Pot. perduta misurata al calorim. W_c	W	158	157	144	155	160
Potenza utile — $W_t - W_c = W_u$	W	0	211,5	190,5	0	234
Potenza utile — $R_A \, I^2_A$	W	0	206	186	0	230
Potenza utile — $W_t - W_t$ a vuoto	W	0	208,5	174,5	0	238
Rendim. riferito alla potenza anodica	%	0	63	63,5	0	70
Rendim. riferito alla potenza totale	%	0	57,5	57	0	59,3
Temperatura dell'anodo		1040°	1040°	—	950°	950°

Gli AA. non danno indicazioni circa gli accoppiamenti usati fra circuito oscillatorio e valvola generatrice e si riservano di mettere in rilievo in altro studio gli ulteriori sviluppi e le varie applicazioni del metodo calorimetrico.

F. Li.

* *

RADIOTELEGRAFIA E RADIOTELEFONIA.

E. F. W. ALEXANDERSON — **Modulatore per impianti radiotelefonici di grande potenza.** (The Wireless Age, settembre 1920, volume 7, n. 12, pag. 23).

E' noto che una delle difficoltà più a lungo incontrate dalla radiotelefonia è stata quella di modulare efficacemente le intense correnti oscillatorie di antenna, ossia di imprimere ad esse variazioni di ampiezza fedelmente corrispondenti alle caratteristiche della voce da trasmettere. E' noto altresì come, mentre nei primi tempi si fece il possibile per adattare i microfoni all'uso di correnti intense, si è più recentemente preferito ricorrere a metodi indiretti di modulazione, che permettono di usare i microfoni ordinari ed anche di collegare gl'impianti radiotelefonici alle reti telefoniche.

(1) Per i particolari sperimentali gli A rimandano al loro lavoro: «Ferro ramato e zincato nel campo ad alta frequenza» (Verh. d. Deutsch. Phyr. Ges. XXI, pag. 594, fasc. 17-18).

Fra i dispositivi indiretti di modulazione hanno oggi notevole importanza quelli *ad assorbimento*, basati sull'uso di valvole ioniche [1], ma anche con questi si incontrano notevoli difficoltà, quando si vogliano modulare potenze di antenna considerevoli. In particolare, date le limitate potenze, che possono finora applicarsi ad una sola valvola, occorre far uso di più valvole in parallelo, accrescendo così la potenza, che può essere assorbita dal dispositivo, in proporzione del numero di valvole adoperate.

L'A., ben noto per le sue molte invenzioni nel campo r. t. e per la sua carica di ingegnere capo della « Radio Corporation of America », ha di recente brevettato un dispositivo di modulazione per assorbimento, in cui l'assorbimento di potenza varierebbe in ragione del quadrato del numero delle valvole adoperate e si presterebbe quindi a modulare efficacemente ed economicamente anche le più intense correnti finora usate negli aerei r. t. Lo schema del dispositivo è rappresentato in fig. 1, in cui 1 è il generatore ad alta frequenza, che alimenta un circuito primario accoppiato induttivamente a destra con l'antenna di trasmissione, a sinistra con il circuito di assorbimento.

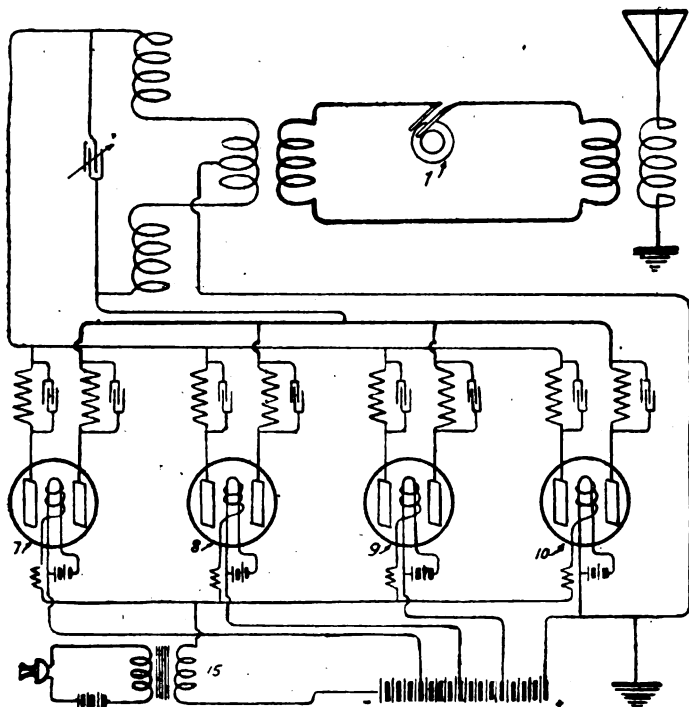



Fig. 1.

Quest'ultimo comprende anzi tutto un circuito oscillatorio, di cui gli estremi sono collegati rispettivamente con le due serie di anodi di una batteria di valvole a doppio anodo 7-8-9-10, mentre il punto di mezzo è collegato col filamento della valvola 10. Il circuito microfonico è accoppiato induttivamente, attraverso il trasformatore 15, con i circuiti di griglia delle valvole.

La particolarità del sistema consiste principalmente in ciò, che il potenziale medio di griglia non è il medesimo per le quattro valvole, ma bensì per effetto dei collegamenti con la batteria indicata in basso a destra, esso è progressivamente sempre più negativo, quando si passa dalla valvola 7 alla 8, alla 9 e alla 10. Quando non si parla davanti al microfono, tutte le griglie sono negative e per conseguenza la resistenza degli spazi anodici è così elevata, che non ha luogo alcun sensibile assorbimento. Parlando davanti al microfono, le variazioni della corrente microfonica si traducono in variazioni di tensione impresse alle griglie. Per variazioni molto piccole solo la valvola 7 raggiunge la condizione di conduttività anodica e dà luogo ad assorbimento, laddove per ampiezze crescenti delle variazioni di tensione di griglia, entrano successivamente in giuoco anche le altre. La potenza, che il circuito oscillatorio sottrae al primario e quindi anche all'antenna, è consumata, sotto forma di corrente raddrizzata, nelle resistenze poste in serie cogli anodi e nella resistenza interna delle valvole. Poichè, anche quando la resistenza anodica è elevatissima (griglia negativa) la capacità dei due anodi l'uno rispetto all'altro permette il passaggio di una sensibile corrente oscillatoria, che non deve dar luogo a perdite, si permette ad essa di evitare il passaggio attraverso le resistenze di assorbimento, derivando su quest'ultime adatti condensatori. Così pure nei singoli circuiti di griglia sono inserite resistenze ohmiche, per evitare che, quando le griglie diventano positive, si abbiano forti derivazioni di potenza nel loro circuito.

Se ora si tien conto che, quando la corrente raddrizzata di assorbimento ha raggiunto in una valvola il suo massimo valore o valore di saturazione, la resistenza interna offerta dalla valvola fra gli anodi è trascurabile rispetto a quelle inserite all'esterno, si vede che il massimo di potenza, che la valvola deve poter consumare e smaltire è quello, che si verifica per una intensità di corrente eguale alla metà del massimo, quando cioè metà della tensione è assorbita dalle resistenze esterne e metà è assorbita dalla valvola. Ad es. se si deve con una sola valvola determinare un assorbimento massimo di 10 kW dati da 0.5 A sotto 20 000 V, la potenza massima, che la valvola deve smaltire è 2,5 kW, che si hanno quando la corrente è di 0,25 A, e la tensione di 20 000 V risulta applicata per metà alla valvola e per metà alle resistenze esterne. Se tutti i valori di corrente fra 0 e 0,5 sono egualmente probabili durante la trasmissione telefonica, la potenza media smaltita dalla valvola dovrebbe essere $\frac{2}{3} \cdot 2.5 = 1.7$ kW. Se ora si dovesse determinare un assorbimento massimo di 160 kW ossia 8 A sotto 20 000 V mediante valvole funzionanti tutte simultaneamente in parallelo, ne occorrerebbero, a pari potenza unitaria, ben 16, laddove con il dispositivo proposto dall'A. bastano quattro. Infatti la prima entra in funzione per le variazioni di corrente di assorbimento da 0 a 2 A, con un massimo di potenza per 1 A e 10 000 V alla valvola cioè per 10 kW, ma questa valvola non deve smaltire alcuna potenza durante le variazioni di corrente fra 2 e 8 A, cioè per 3/4 del tempo di funzionamento, così che la potenza media risulta ancora $\frac{2}{3} \cdot \frac{1}{4} \cdot 10 = 1.7$ kW. E così per le altre. Confrontando dunque il nuovo dispositivo con quello delle valvole in parallelo, si vede che con l'artificio proposto dall'A. è possibile far assorbire la medesima potenza dal circuito, consumandola in molto maggior misura nelle resistenze esterne anzichè nelle valvole, con il grande vantaggio di poter ridurre il numero di queste alla radice quadrata di quello, che sarebbe necessario con l'inserzione in parallelo semplice.

(1) *L'Elettrotecnica* 5 dicembre 1920, vol. VII, n. 34, pag. 620 e *Bollettino R. T.*, vol. I, n. 11-12, pag. 298.

★

W. H. ECCLES — **Capacità di antenne r. t. a gomito.** (The Electrician, 14 Gennaio 1921, vol. LXXXVI, n. 2226, pag. 72).

In relazione ad un articolo dell'Austin, sul calcolo della capacità delle antenne, [1] l'A. riporta una formula da lui usata per tale calcolo, ancora più semplice di quella proposta dall'Austin, benchè di applicazione più ristretta, perchè valevole specialmente per antenne orizzontali molto lunghe, e con fili paralleli piuttosto ravvicinati. Tale formula è: $C = c\, l \sqrt{n-1}$ in unità elettrostatiche (cm) essendo n il numero dei fili; l, h, r (in centimetri) la lunghezza, l'altezza e il raggio dei fili, mentre c (capacità per unità di lunghezza di un filo dello stesso diametro di quelli dell'aereo e situato alla loro stessa altezza, ma lontano da altri conduttori) rappresenta l'espressione

$$c = \frac{1}{2\, lg_e \frac{2h}{r}}$$

Il vantaggio della formula dell'Eccles consiste nella possibilità di risolvere il problema di determinare le dimensioni di un antenna a L (o a gomito) di data capacità, conoscendo il diametro del filo da adoperarsi e l'altezza a cui lo si vuol porre da terra. Senza poter dire con esattezza i limiti della sua applicabilità, si può ritenere che la formula dia risultati soddisfacenti finchè la distanza fra i fili non superi $\frac{1}{50}$ della lunghezza dell'antenna. L'Autore riporta alcuni esempi, in cui l'errore massimo, in confronto con i risultati di misura, è del 4% circa; inoltre, per comodità di calcolo egli dà un'altra espressione, ulteriormente semplificata con l'eliminazione della forma logaritmica:

$$C = \frac{4\,200\; l \sqrt{n-1}}{73\,100 + \frac{h}{r}}$$

in cui C è in unità elettrostatiche ed l in centimetri.

Cl. Ca.

(1) *L'Elettrotecnica*, 15 marzo 1921, vol. VIII, n. 8, pag. 182 e *Bollettino R. T.*, vol. II, n. 14.

CRONACA

APPLICAZIONI TERMICHE.

La fabbricazione del cemento al forno elettrico. — (R. G. E., 26-3-21) — L'elevato prezzo raggiunto dal cemento per effetto del rincaro del carbone, ha fatto intensificare gli studi da tempo iniziati per la sua fabbricazione al forno elettrico.

In base alle esperienze fatte finora, per la fabbricazione del cemento al forno elettrico, occorrono da 2000 a 3000 kWh e 100 kg di elettrodi per tonnellata di prodotto. E' interessante notare che i cementi fusi presentano qualità notevolissime, poichè la loro resistenza alla trazione risulta quattro volte maggiore di quella del cemento Portland ordinario. Del pari interessante è il fatto che le scorie degli alti forni, passate nel forno elettrico senza alcuna aggiunta o trattamento speciale, si trasformano direttamente in cemento, subendo un processo di devetrificazione.

E. C.

CONCORSI.

Concorso al posto di Direttore Generale dell'Azienda Elettrica Municipale di Milano. — Il pubblico concorso al posto di Direttore Generale dell'Azienda Elettrica Municipale, indetto con avviso 6 corr. mese, è *prorogato a tutto il* 15 *Giugno* 1921.

Si ricorda che detto concorso è per titoli, e viene indetto a norma della legge 29 marzo 1903 N. 103.

Per essere ammessi al concorso gli aspiranti dovranno presentare, entro il 15 giugno p. v., al Protocollo generale del Comune, Via Omenoni N. 1, i seguenti documenti:

a) Atto di nascita;

b) Atto comprovante che il concorrente è cittadino italiano;

c) Certificato di buona condotta morale e civile;

d) Certificato penale generale;

e) La prova di possedere una sana costituzione fisica da accertarsi per il prescelto, prima della sua entrata in servizio, mediante visita sanitaria;

f) Laurea di ingegnere conseguita nel Regno;

g) Titoli che dimostrino di avere lodevolmente diretto o collaborato nella direzione di aziende industriali importanti riguardanti anche la produzione, distribuzione e trasformazione di energia elettrica;

h) Ogni altro documento, informazione, studio, pubblicazione, progetto, ecc., comprovanti la coltura, la competenza e l'attività professionale del concorrente;

i) Dichiarazione di aver preso cognizione del vigente Regolamento speciale dell'Azienda Elettrica Municipale di Milano, e di sottostare alle eventuali modificazioni di esso.

Il regolamento speciale è visibile presso la Segreteria dell'Azienda Elettrica Municipale in via della Signora N. 10.

I documenti di cui alle lettere *b*), *c*), *d*), *e*), dovranno essere di data posteriore al 31 gennaio 1921, ma l'Amministrazione si riserva il diritto di richiederne — ove lo creda opportuno — l'aggiornamento.

Tutti i documenti dovranno essere in regola colle leggi sul bollo e debitamente legalizzati nelle firme.

Il Direttore è nominato pel termine di tre anni e può essere confermato di triennio in triennio a termine del disposto dell'art. 4 della Legge 29 marzo 1903 N. 103.

Il Direttore sovraintende all'andamento dell'Azienda, ne ha la responsabilità e la rappresenta di fronte ai terzi: dirige il personale e disimpegna le altre attribuzioni prescritte dalla legge e dal regolamento sulle municipalizzazioni, nonchè dal regolamento speciale dell'Azienda Elettrica Municipale di Milano.

Alla Commissione Amministratrice dell'Azienda è riservato però il diritto di affidare la consulenza tecnica dell'Azienda, nonchè la direzione dei lavori dei nuovi impianti idroelettrici, ad altro professionista non appartenente al personale dell'Azienda stessa.

Il Direttore avrà diritto:

a) allo stipendio annuo di L. 30.000 (lire trentamila) netto di Ricchezza Mobile, pagabile in rate mensili posticipate, e alle iscrizioni od al fondo pensioni per gli impiegati comunali di Milano o alla Cassa di Previdenza per le pensioni dei Segretari Comunali ed altri Impiegati degli Enti locali mediante i contributi stabiliti nei regolamenti rispettivi, e ciò in relazione alla decisione che sarà per prendersi a risoluzione delle pratiche in corso per altri Impiegati dell'Azienda;

b) ad undici aumenti triennali: i primi due di L. 6000 (lire seimila) ciascuno, il terzo, il quarto ed il quinto di L. 3000 (lire tremila) ciascuno, e gli altri sei di L. 1500 (lire millecinquecento) ciascuno;

c) al godimento gratuito, ma obbligatorio, dell'abitazione in locali dell'Azienda quando questi si renderanno liberi; e sino a tale epoca ad un indennizzo di alloggio di L. 5000 (lire cinquemila) annue.

La Commissione Amministratrice dell'Azienda potrà deliberare alla fine di ogni anno a favore del Direttore una gratificazione commisurata all'importanza ed alle risultanze delle sue prestazioni, tenuto anche conto di eventuali sensibili modificazioni del costo della vita.

Il prescelto dovrà prendere servizio, sotto pena di decadenza, entro il termine di tempo che gli verrà indicato all'atto della nomina.

ELETTROFISICA.

Lo stato ultraconduttore dei metalli. - (Elektrotechnische Zeitschrift, 17-3-21). (1) — Presso l'università di Leyden il prof. Kamerlingh Onnes ha eseguito delle ricerche sul comportamento delle resistenze in filo metallico in prossimità della temperatura dello zero assoluto (— 273° C.). Queste temperature furono raggiunte impiegando elio liquido, il quale alla pressione atmosferica bolle a circa — 269°, e alla pressione di 3 mm di mercurio bolle — 271,5°. Per le esperienze venne impiegato mercurio in tubi capillari, poichè i fili trafilati contenevano sempre piccole impurità che falsavano i risultati. La resistenza così costituita era di 172,7 ohm a 0° C., ed aveva sempre valori misurabili anche a temperature molto basse (come quella dell'idrogeno liquido), fino a che a — 268,8° C. scendeva bruscamente ad un valore che poteva considerarsi praticamente nullo. Questa temperatura viene chiamata temperatura critica. A questa temperatura non era più possibile misurare la resistenza; fu soltanto possibile stabilire che per es. a — 270,55° C. era

$$\frac{R_t}{R_0} = \frac{\text{resistenza misurata}}{\text{resistenza a } 0^\circ \text{ C.}} < 2 \times 10^{-10}$$

Questa condizione viene chiamata da Kamerlingh Onnes lo stato ultraconduttore. Non è stato possibile stabilire con certezza se in questo stato la resistenza sia assolutamente nulla o soltanto piccolissima, e se sia ancora valida la legge di Ohm. E' soltanto risultato che per differenti fili si può aumentare la corrente fino a 1200 amper per mm.² senza ottenere fra le estremità del filo una differenza di potenziale misurabile. Oltre questo limite si ha un brusco sviluppo di calore e il filo perde la sua qualità di ultraconduttore. Oltre il mercurio furono sperimentati anche il piombo (punto critico circa — 267° C.) e lo stagno (punto critico — 269,22° C.).

Con piombo ultraconduttore fu costruita nel modo seguente una bobina con una enorme costante di tempo. Una piccola bobina di filo di piombo di 1000 spire, chiusa su sè stessa, aveva una resistenza di 734 ohm a 0° C. La sua costante di tempo in queste condizioni era di $\frac{1}{70.000}$ secondi. Poichè a — 271,2° C. la resistenza della bobina di piombo era di circa 2×10^{-10} volte minore che alla temperatura ordinaria, si poteva prevedere una costante di tempo dell'ordine di grandezza di 1 giorno. Fatto l'esperimento, mettendo la bobina in un campo di 400 Gauss e annullando questo in 10 secondi, risultò nella bobina una corrente di circa 0,6 amper, la quale diminuiva di 1% del suo valore in un'ora. La costante di tempo di questa bobina doveva quindi essere maggiore di 4 giorni. L'esperimento è stato confermato con ripetute prove e variando le condizioni dell'esperienza. Quando una bobina di metallo ultraconduttore viene avvolta su metallo che non si trova in questa condizione, quest'ultimo metallo si comporta rispetto alla bobina come un isolatore.

E. C.

IDRAULICA.

Sghiaiatore a sifone. — Il signor Duilio Alzetta ci comunica dei notevoli risultati da lui ottenuti con un suo semplicissimo dispositivo per asportare i depositi di sabbia e ghiaia dai canali e dai bacini. Come si vede dalla fotografia, si tratta di un semplice sifone che si fa

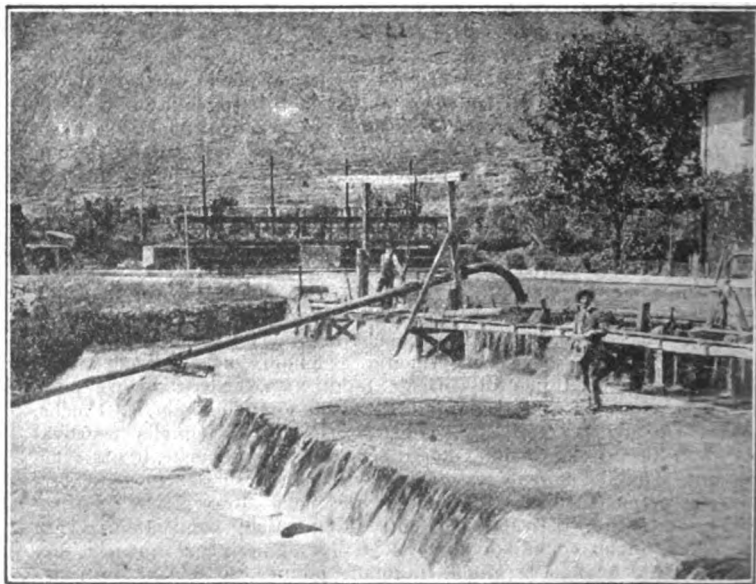



Fig. 1.

pescare là dove esistono i depositi. Nell'impianto di Bussi il battente utile del sifone era di circa 2,25 m. In tali condizioni, si asportarono

(1) Vedasi questo giornale, anno 1918, pag. 481.

80 mc di depositi in dieci ore. Per la sabbia il sifone scarica circa una parte di acqua per una di sabbia; per depositi ghiaiosi la proporzione è di due parti di acqua per una di ghiaia.

Il Direttore dell'impianto conferma che attraverso il tubo del sifone furono scaricati anche ciottoli del diametro medio di 15 centimetri. Naturalmente durante il funzionamento il sifone va continuamente spostato e la bontà dei risultati dipende molto dall'abilità dell'operatore.

IMPIANTI.

Impianti elettrici in Giappone. — Il prof. Torikai, pubblica nel The Times (Imperial and Foreign Trade Supplement Special Japanese Industrial Section) dell'aprile 1921, alcuni dati sugli impianti elettrici del Giappone che brevemente riassumiamo.

I due maggiori centri industriali del Giappone sono Tokyo ed Osaka.

La più antica centrale idroelettrica rimonta a 30 anni fa ed era destinata ad alimentare Kyoto. Si trattava di un piccolo impianto a 133 cicli.

Osaka è ora alimentata dalla Ujikawa Electric Co. che utilizza il lago Biwa per una potenza di 35 000 kW. La generazione è fatta a 60 cicli, e 11 000 Volt che si elevano a 55 000 V per raggiungere Osaka con un trasporto di 32 Km.

In città la tensione viene riabbassata a 11 000 V per la distribuzione in cavi sotterranei.

In Osaka la Osaka Electric. Light. Co. possiede un impianto a vapore di potenza circa eguale al precedente.

La Ujikawa Electric Co. sta raddoppiando il suo impianto.

L'impianto idroelettrico di Inawashiro della Inawashiro Electric Co. porta energia a Tokyo con una linea a 110 000 Volt di circa 250 Km. La palificazione è in ferro, i conduttori sono in rame e gli isolatori sospesi portano 9 elementi. La centrale consta di 6 gruppi turbina-alternatore.

Ciascun alternatore trifase di costruzione Dick Kerr è di 7775 kVA, 6600 V, 50 cicli, 375 giri.

L'acqua, condotta in 6 tubi proviene dal lago vulcanico di Inawashiro.

Sono ora in progetto altri impianti sia da parte delle due grandi compagnie citate sia per opera di altre minori. Si pensa di portare 300 000 kW oltre 300 Km ad una tensione di 165 000 Volt.

Disgraziatamente anche in Giappone si hanno ora due frequenze: 50 nel distretto attorno a Tokyo, e 60 nel territorio di Osaka, il che rende impossibile o almeno gravoso l'allacciamento degli impianti.

Si discute anche in Giappone sulla convenienza di collegare gli impianti delle diverse compagnie produttrici ora indipendenti. Alcuni vorrebbero che lo Stato avocasse a sè gli impianti elettrici; altri preferirebbero nazionalizzare solo le linee di trasmissione.

Le discussioni in argomento sono vive; ed è interessante notare come oggi i problemi, le polemiche e perfino gli stati d'animo si propaghino rapidamente sul globo. Per conto nostro giova ricordare che l'Italia da anni ha già visto ed affrontato il problema e le Società interessate da gran tempo si sono unite per una più conveniente raccolta e distribuzione della energia elettrica.

g. r.

★

Impianti idroelettrici in Nuova-Zelanda. - (Dal The Times - Trade Supplement Special Australian and New Zealand Section) febbraio 1921. — La Nuova Zelanda è ricchissima di acque utilizzabili per impianti idroelettrici, destinati ad alimentare città, centri agricoli e minerari.

Il primo impianto notevole per uso pubblico data dal 1907. La Centrale di Waipori River di 2680 HP è sorta per iniziativa Municipale e alimenta la città di Dunedin nella Nuova Zelanda meridionale. Dista 50 Km circa. Nel 1913 la potenza fu portata a 8000 HP; e nel 1918-1919 si distribuirono circa 13 milioni di kWh ad un prezzo compreso fra 1 penny e 5 pence per la luce e fra 1/2 penny e due pence per la forza.

Nel 1908 il diritto di utilizzazione delle acque veniva devoluto allo Stato e tre anni dopo si iniziò un impianto di Stato nella Nuova Zelanda Meridionale al lago Coleridge, capace di fornire 58 000 HP, e destinato a servire il territorio della città di Christchurch a 105 Km di distanza. In 5 anni la richiesta dei 110 000 abitanti salì a 12 000 HP importando una spesa totale di 483 957 sterline.

Il Governo della Nuova Zelanda prevede di dotare lo Stato di energia elettrica in ragione di 0,2 HP per abitante, valore questo considerato sufficiente per tutti i bisogni civili, industriali ed agricoli compresa la elettrificazione di parte delle ferrovie.

Si pensa pertanto di dotare la Nuova Zelanda del Nord (area 108 000 Km²) di tre impianti per un totale di 160 000 HP.

La Nuova Zelanda del Sud avrà per centro l'utilizzazione del lago Coleridge collegato ad altri impianti per un complesso di più che 250 000 HP.

g. r.

MATERIALI.

Acciaio inossidabile. - (The Engineer, 4-3-21). — Le officine Krupp si occupano attivamente della produzione dell'acciaio inossidabile, di cui vi era urgente richiesta durante la guerra per sostituire il platino. L'acciaio inossidabile Krupp contiene una forte percentuale di cromo e presenta grande durezza e resistenza meccanica. Ha una resistenza alle azioni chimiche tale da non essere attaccato dall'acido nitrico bollente. Una delle applicazioni a cui è specialmente destinato è la sostituzione al metallo nichelato per la fabbricazione di strumenti. E' anche allo studio l'impiego dell'acciaio inossidabile per i denti artificiali in luogo dell'oro o della vulcanite finora generalmente impiegati.

E. C.

★

Influenza deleteria delle fibre sul potere isolante degli olii - (The Electrician, 18-3-21). — E' noto l'effetto disastroso che ha sul potere isolante dell'olio per trasformatori la presenza di fibre derivanti per es. dagli stracci di cotone usati per pulire i recipienti. Può bastare una sola fibra di basso potere isolante per distruggere l'isolamento di un trasformatore.

Interessanti notizie sull'effetto nocivo delle fibre sulla rigidità dielettrica nell'olio da trasformatori risultano da uno studio sperimentale, fatto da T. A. Mc Laughlin, per spiegare l'enorme variabilità della conduttività elettrica spesso riscontrata nel sottoporre a prova campioni di olio da trasformatori fra due cilindri metallici. Si riscontra frequentemente in tali prove che il campione di olio si comporta regolarmente sotto tensione per parecchi minuti e poi ad un tratto senza causa visibile assume una resistenza specifica apparente fino a 3000 volte minore del valore normale, perdendo così le sue caratteristiche di isolante.

Illuminando fortemente l'olio compreso fra i due cilindri metallici ed esaminandolo col microscopio, si vede che esso contiene piccole particelle di polvere, le quali sotto l'azione di un campo elettrico si muovono disordinatamente nel liquido. Inoltre si osserva la presenza sui cilindri di piccole fibre sottilissime o preesistenti nell'olio o introdotte durante l'approntamento dell'apparecchio, le quali sotto l'azione del campo elettrico si orientano secondo l'asse dei cilindri. Queste fibre sono generalmente dovute ai tessuti impiegati per pulire l'apparecchio, e se sono abbastanza lunghe, si vede col microscopio che formano una catena completa fra i due cilindri metallici; in caso contrario esse riuniscono particelle di polvere o di materie estranee analoghe, sufficienti per completare la catena. Il processo può naturalmente richiedere un lungo tempo dipendente dal numero e dalla posizione delle particelle di polvere nell'olio; ma in ogni caso, appena la catena è completa, la conducibilità dell'olio presenta l'abbassamento sopra indicato in misura variabile a seconda della natura e del numero delle fibre. Togliendo il campo elettrico, la catena generalmente si interrompe e dopo un tempo sufficientemente lungo le particelle che la componevano si trovano di nuovo disperse nel liquido. Se si introduce dell'acqua nell'olio, essa si dispone in piccole bollicine e tende a raccogliersi sulle fibre e sulle materie estranee aumentandone la conducibilità; non si osserva però nelle bollicine la speciale tendenza a riunirsi in catena come le fibre. Negli olii di bassa viscosità le particelle e le fibre avendo maggior libertà di movimento, prendono più facilmente la disposizione descritta, producendo la condizione di alta conducibilità, condizione che non si verifica mai senza che risulti visibile al microscopio la catena formatasi fra gli elettrodi.

Impiegando invece olio centrifugato, in modo da eliminare qualunque particella di polvere, e pulendo gli elettrodi con acido nitrico, acqua distillata e alcool, in modo da evitare qualunque fibra o polvere, anche dopo l'applicazione prolungata della tensione non si verifica mai l'aumento anormale della conducibilità.

Concludendo, dagli esperimenti sopra descritti risulta che bisogna evitare con ogni cura di impiegare stracci di cotone per pulire gli apparecchi, perchè essi vi lasciano certamente delle fibre le quali, quantunque sottilissime e praticamente invisibili ad occhio nudo, hanno un'elevata conducibilità e possono costituire facilmente una catena che rappresenta una via di minor resistenza e può dar luogo alla perforazione dell'isolamento di un trasformatore. Ugualmente pericolosa è la presenza di particelle libere di acqua, perchè facilitano la riunione di particelle di polvere o di fibre eventualmente presenti, a formare attraverso l'olio una catena di elevata conducibilità.

E. C.

MISURE: METODI ED ISTRUMENTI.

Il micrometro a interferenza Hilger - (The Engineer, 11-2-21). — E' stato recentemente costruito (da A. Hilger, di Londra), un micrometro di precisione per officina e per laboratorio, basato sul principio dell'interferenza delle onde luminose, il quale permette di rilevare con sicurezza differenze dell'ordine del decimillesimo di millimetro e di apprezzare differenze dell'ordine del centomillesimo di millimetro. Non si tratta, in sostanza, che d'una variante del noto metodo di Fizeau da tempo impiegato per le misure di dilatazione.

Il micrometro è costituito da tre lenti piane contenute in un astuccio insieme a un filtro di luce speciale. Due delle lenti sono per l'uso corrente e la terza per controllo. Lo scopo del filtro di luce è quello di poter impiegare il micrometro tanto con luce artificiale che con la luce del sole, col massimo di visibilità delle frange di interferenza.

Il principio teorico, già noto ed applicato in altri campi, su cui è basato l'impiego di questo micrometro, è il seguente. Se due superficie piane sono vicinissime, ma leggermente inclinate l'una rispetto all'altra, impiegando il filtro speciale sopra menzionato, si osservano, in condizioni sperimentali convenienti, le frange di interferenza, le quali sono parallele alla intersezione delle due superficie. Se una sola delle due superficie è piana, le frange sono curve, e ciascuna di esse passa per dei punti nei quali lo strato d'aria ha lo stesso spessore. Le frange costituiscono, quindi, delle *curve di livello* per la superficie curva; ed avendo una superficie piana di riferimento, si potrà verificare il grado di regolarità di un'altra superficie qualunque.

E. C.

TELEFONIA.

Procedimento per impedire l'intercettazione delle trasmissioni telefoniche. (E. T. Z. 13-1-21). — Il sistema, studiato durante la guerra da K. W. Wagner ed O .Reichenheim, consiste nel produrre a bella posta sulla linea dei rumori che coprono la conversazione. E' naturalmente necessario in tal caso provvedere affinchè i rumori disturbino soltanto l'intercettazione e non la comunicazione fra le due stazioni. Ciò si ottiene nel modo seguente. Durante la conversazione la linea viene separata dagli apparecchi telefonici per un brevissimo tempo (circa 1/300 di secondo), durante il quale viene inviato sulla linea un forte colpo di corrente dato da una apposita batteria o dalla scarica di un condensatore. Questa operazione viene ripetuta circa 30 volte al secondo per mezzo di un apparecchio automatico. La linea viene quindi percorsa, oltre che dalle correnti telefoniche relativamente deboli, da questi forti colpi di corrente, i quali producono nel telefono di chi cerca di intercettare la trasmissione un forte crepitio che copre completamente la conversazione. Le correnti perturbatrici non possono invece giungere agli apparecchi telefonici delle due stazioni fra loro corrispondenti, perchè essi vengono ogni volta separati dalla linea prima di mandarvi la corrente perturbatrice. Ciò si ottiene per mezzo di due commutatori rotanti sincroni sistemati alle due estremità della linea e mantenuti in sincronismo dalle stesse correnti perturbatrici. Perchè il procedimento descritto sia applicabile occorre naturalmente che la continua interruzione della conversazione non disturbi la comunicazione fra le due stazioni. L'esperienza ha dimostrato che basta a tale scopo superare una determinata velocità minima delle interruzioni; se si scende al disotto, la parola risulta aspra ed irregolare e difficilmente intelligibile. Con la frequenza di interruzioni opportune, si nota sempre una certa asprezza nel timbro della voce, ma questa non disturba la comunicazione.

Questo sistema fu applicato con buon risultato per distanze da 100 a 400 km.

E. C.

VARIE.

Metodo magnetico per scoprire i difetti nell'acciaio. - (The Engineer, 8-4-21). — Un metodo magnetico per scoprire le soffiature e le discontinuità nell'acciaio consiste nell'immergere il pezzo di acciaio da esaminare in un bagno di petrolio contenente in sospensione finissima limatura di ferro. Per effetto del magnetismo residuo nell'acciaio, la limatura viene attratta da esso, e nei punti in cui vi sono soffiature o discontinuità le linee di forza indicate dalla limatura sono interrotte, dando luogo a zone scure nettamente visibili.

E. C.

*

Pericoli dei raggi X. - (The Engineer, 22-4-21). — Da una comunicazione fatta recentemente all'Accademia francese delle scienze, risulta che i raggi X non solo possono essere pericolosi per coloro che li impiegano, ma possono anche, attraversando muri e soffitti, danneggiare gli abitanti di locali adiacenti ai laboratorii radiografici. Il rimedio consiste — com'è noto — nel rivestire le pareti con lastre di piombo.

E. C.

*

Commutatore cerca-guasti per lampade in serie. - (The Engineer, 15-4-21). — Quando si usano lampade in serie sui circuiti di trazione, è necessario individuare prontamente una lampada avariata, poichè naturalmente essa produce lo spegnimento di tutta la serie. Un dispositivo realizzato a tale scopo dalla Siemens-Schuckert Co. consiste in un commutatore multiplo che permette di mettere una resistenza in parallelo con una qualunque delle lampade della serie. Ovviamente quando la resistenza viene a trovarsi in parallelo colla lampada interrotta, le altre lampade si accendono.

E. C.

Associazione Elettrotecnica Italiana

Eretta in Ente morale il 3 Febbraio 1910

Notizie delle Sezioni

SEZIONE DI TORINO.

La sera del 27 maggio la Sezione si è riunita in assemblea nella Sede Sociale. L'Ing. *Carlo Palestrino* ha svolto l'annunciata comunicazione sul tema: *Contributo allo studio teorico degli isolatori per alte tensioni* illustrandola con numerose proiezioni. La conferenza che verrà pubblicata in uno dei prossimi numeri dell'*Elettrotecnica*, fu seguita con interessamento dai numerosi Soci convenuti ed alla fine vivamente applaudita.

Il Presidente apre quindi la discussione sulle *«Norme per l'ordinazione ed il collaudo degli isolatori di porcellana per alte tensioni»* compilate dal Comitato Elettrotecnico Italiano.

L'Ing. *Palestrino* ritiene che le norme rispondano perfettamente ai bisogni della pratica. Fa tuttavia qualche riserva circa i valori del coefficiente di sicurezza riportati nella tabella del paragrafo 30, osservando che i coefficienti 3 e 2, dati rispettivamente per le prove a secco e sotto pioggia per tensioni superiori ai 60 000 volt, gli sembrano scarsi.

Il Prof. *Ferraris* rileva che, adottando valori più alti per il coefficiente di sicurezza, si verrebbe a prescrivere l'uso degli isolatori rigidi per tensioni di 70 000 a 80 000 volt, per cui invece tale tipo si è dimostrato in pratica adatto. Ritiene quindi accettabili i valori riportati nella tabella citata.

L'Ing. *Soleri* si dichiara d'accordo su questo punto col Prof. Ferraris, osservando che il basso valore del coefficiente di sicurezza per le altissime tensioni è imposto da necessità costruttive per gli isolatori, e d'altronde è da ritenersi giustificato dalle osservazioni fatte nella ormai lunga pratica di esercizio delle linee di trasmissione. Fa notare invece come nelle norme proposte non figurino le cosidette prove di gelività che consistono nell'assoggettare l'isolatore a ripetute variazioni di temperatura entro determinati limiti e nel ripetere quindi le prove di tensione per verificare se il materiale non ha subito alterazioni.

Il Prof. *Ferraris* rileva l'opportunità di tali prove che possono servire a mettere in evidenza dei difetti di costituzione nella massa della porcellana.

A conclusione della discussione l'Assemblea delibera di esprimere voto in massima favorevole all'approvazione delle Norme e di richiedere le ragioni per cui non vennero in esse incluse le prove relative alle variazioni di temperatura.

*

SEZIONE DI TRIESTE

La Sezione di Trieste ha diramato la seguente circolare che abbiamo ricevuto troppo tardi ma che ad ogni modo crediamo utile pubblicare:

Trieste, 25 Maggio 1921.

Egregio Signore,

Questa Sezione sta organizzando per questa estate, presumibilmente nella seconda decade di Agosto, un'escursione di studio nella Svizzera, allo scopo di visitare i lavori di elettrificazione della Ferrovia del Gottardo nonchè le due officine Brown Boveri e C. e Società Oerlikon, costruttrici degli elettromotori monofasi per detta ferrovia.

Senza impegno alcuno, per puro scopo organizzatorio, interessa avere subito le adesioni dei Signori Soci che intendono di prendere parte alla gita. Più tardi verrà comunicato il programma dell'escursione nonchè la prevedibile spesa.

Si pregano i Soci che intendono inscriversi di voler mandare un cenno di adesione a questa Sede entro il 10 Giugno p. v.

Con distinti saluti,

per il Consiglio Direttivo
PEDRETTI.

*

Personalia.

L'Ing. Cav. TITO GONZALES ha abbandonato la Direzione dell'Azienda Elettrica Municipale di Milano per assumere le funzioni di Consulente per la costruzione degli impianti idroelettrici in Valtellina dello stesso Comune di Milano e degli impianti dell'Ovesca della Società Edison.

In altra parte del Giornale pubblichiamo il programma del concorso per la sua successione, la cui data di chiusura, probabilmente, sarà ancora prorogata.

TEDESCHI GIOVANNI FU GIOVANNI, gerente responsabile ARTI GRAFICHE VARESINE - VARESE

VOL. VIII (XXV degli Atti) 25 Giugno 1921 N. 18

L'ELETTROTECNICA

GIORNALE ED ATTI DELLA

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

REDAZIONE ED AMMINISTRAZIONE: VIA SAN PAOLO, 10 - MILANO - TELEFONO N. 20-86

REDATTORE CAPO: A. BARBAGELATA - REDATTORI U. BORDONI - M. SEMENZA - G. VALLAURI

È GRADITA LA COLLABORAZIONE DEI LETTORI - GLI ARTICOLI DI INTERESSE GENERALE ACCETTATI DALLA REDAZIONE SONO COMPENSATI

I MANOSCRITTI NON SI RESTITUISCONO

Ai nostri collaboratori.

Attiriamo l'attenzione di tutti i nostri collaboratori (anche di quelli che fossero tuttora allo stato potenziale) e di quanti si interessano al progressivo miglioramento del nostro giornale, sulle « norme per la collaborazione » — che riproduciamo nella Cronaca — concretate dalle redazioni riunite delle principali riviste tecniche germaniche. Non si tratta di concetti nuovi — chè le stesse osservazioni sono state ripetutamente fatte da chiunque debba occuparsi di stampa tecnica — ma è notevole il fatto che ad esse si sia creduto dare l'importanza e l'autorità di vere norme, emanate dagli organi più competenti in materia. Quì particolarmente vogliamo rilevare le osservazioni 1) e 5).

La deficienza di documentazione sull'argomento trattato, da parte di tanti autori, costituisce un ben grave inconveniente per le riviste tecniche. Chiunque si sia un po' specializzato in un determinato campo e segua con una certa continuità le principali riviste tecniche, ben sa come siano scarsi gli scritti veramente originali e quanto siano invece frequenti le ripetizioni e i lavori che riflettono stadi ormai da tempo sorpassati. Se fosse un giorno possibile organizzare una rivista la cui redazione potesse contare sull'opera di un grandissimo numero di specialisti (oggi ce ne vorrebbero già parecchie decine per la sola Elettrotecnica!) i quali vagliassero manoscritti e riviste straniere col criterio di pubblicare o riprodurre solamente ciò che fosse veramente nuovo — prescindendo anche dal giudizio sul valore degli scritti, che porterebbe ad una ulteriore notevolissima riduzione — si darebbe vita ad una pubblicazione di mole senza dubbio assai limitata, ma veramente « aurea », di impareggiabile valore intrinseco. Oggi, pur troppo, nessuna rivista del mondo si accosta a siffatto ideale e generalmente prevale proprio l'opposta tendenza: di pubblicare moltissimo e di recensire presso che tutto quanto pubblicano gli altri, allo scopo di raccogliere una grande massa di materia in cui possano poi i singoli andare a ricercare quei particolari che li interessano. La stampa tecnica compie così la sua utile funzione; ma fa veramente pena a considerare la somma di lavoro e di tempo complessivamente perduto dalla collettività degli studiosi.

Stando così le cose, solo gli autori possono efficacemente contribuire ad aumentare il rendimento delle pubblicazioni. Se chiunque si accinge a trattare un determinato argomento, si curasse prima, di approfondire la sua documentazione in materia per assicurarsi che ciò ch'egli vuol dire non sia già stato detto da qualcun'altro, quel lavoro di selezione e di concentrazione, che riesce materialmente impossibile alle redazioni, si compirebbe quasi automaticamente, con incomparabile beneficio per tutti gli studiosi.

★

L'altro punto, il 5), riguarda invece un particolare di forma e non di sostanza: i disegni. Quasi mai oggi gli autori si preoccupano, nel preparare i loro disegni, delle esigenze della riproduzione fotomeccanica. E spesso, figure e tavole ottimamente disegnate, che sono indubbiamente costate assai tempo e fatica, devono essere completamente rifatte o perchè le diciture sono relativamente troppo piccole, o perchè lo spazio non è convenientemente utilizzato ecc. ecc. Ed anche quì il rendimento del lavoro collettivo si abbassa in modo esasperante.

★

Se il « mal comune, mezzo gaudio » potesse veramente essere di conforto, avremmo motivo di consolarci vedendo che anche nei paesi in cui la stampa tecnica è indubbiamente più sviluppata che nel nostro, si è sentita la necessità di correre ai ripari; ma noi vogliamo sperare che con uno di quei prodigi di adattamento proprî dei latini, possa in breve tempo la schiera dei nostri scrittori tecnici, imbeversi dei sani criterî a cui dovrebbe sempre ispirarsi — sostanzialmente e formalmente — il loro lavoro, assicurando alla nostra letteratura tecnica quella rapida ascensione che già si delinea.

Cadute di tensione negli autotrasformatori.

L'Ing. DELLA SALDA, proseguendo nel suo nobile intento di colmare talune piccole lacune della letteratura tecnica, studiando, con procedimenti uniformi e metodici, particolari problemi generalmente trascurati dagli autori più noti, esamina oggi il comportamento degli autotrasformatori e dei regolatori ad induzione, nei riguardi della caduta di tensione, nelle diverse possibili condizioni di funzionamento.

La "questione del sistema,, dovrà essere ripresa?

Accennavamo in un numero scorso come fatalmente la discussione sul sistema di trazione elettrica debba un giorno o l'altro risorgere nonostante le deliberazioni prese e il desiderio di pace manifestato dal Consiglio Superiore; e ciò perchè si tratta di un grande problema nazionale di cui sarebbe riprovevole che i tecnici si disinteressassero totalmente. Non avremmo creduto però che dovessero essere le stesse Ferrovie dello Stato a risollevare per prime la questione! Si vegga invece la lettera della Direzione delle FF. SS. a proposito della Benevento-Foggia, che abbiamo creduto necessario riprodurre (nella Cronaca) senza poterci esimere da un breve commento.

LA REDAZIONE.

CADUTE DI TENSIONE NEGLI AUTOTRASFORMATORI E NEI REGOLATORI AD INDUZIONE

Ing. CESARE DELLA SALDA

A complemento di lavori precedenti (1) l'A. tratta in queste note il calcolo delle cadute di tensione negli autotrasformatori e negli apparecchi affini come i regolatori ad induzione. Non si può ritenere *a priori*, senza dimostrazione, che le espressioni delle cadute per gli autotrasformatori differiscono per un semplice coefficente di proporzionalità da quelle dei trasformatori a circuiti separati; se non altro perchè non tutte le proprietà degli autotrasformatori e dei trasformatori sono comuni ai due generi di apparecchi. Per questa ragione lo scrivente ha pensato di esaminare in breve diversi casi possibili, indotto a ciò anche dalla difficoltà di rintracciare nella letteratura tecnica lavori sull'argomento in parola. Il procedimento seguito è affatto analogo a quello che conduce alle formule delle cadute di tensione nei trasformatori.

1. - *Autotrasformatore riduttore.* — Si consideri lo schema fig. 1 in cui $V_2 < V_1$. Si chiamino R_1, R_2, X_1, X_2, Z_1, Z_2 la resistenza, la reattanza per dispersione magnetica e l'impedenza risultante per le

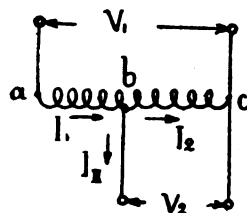
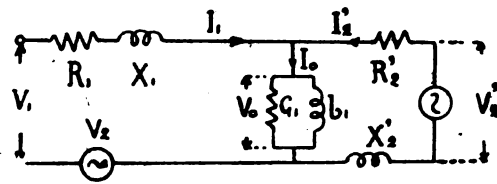



Fig. 1. Fig. 2.

porzioni di avvolgimento *ab* e *bc* le quali adempiono alle funzioni di circuito primario e circuito secondario. Siano N_1 ed N_2 le spire primarie e secondarie, percorrendo le quali dal punto *a* al punto *c* si intende che i nuclei di ferro vengano circuiti in uno stesso senso, destrorso o sinistrorso.

Si assumano come direzione dei valori positivi delle correnti quelle date dalle freccie; ne consegue che la f. m. m. risultante dell'apparecchio è espressa vettorialmente (2), in funzione delle correnti primaria I_1 e secondaria I_2, dall'equazione:

$$N_1 I_0 = N_1 I_1 + N_2 I_2 \qquad (1)$$

Inoltre la corrente erogata è:

$$I_{u} = I_1 - I_2 \qquad (2)$$

Si prenda come direzione dei valori positivi delle f. e. m. primaria E_1 e secondaria E_2 e della tensione alimentatrice V_1 quella stessa delle correnti positive. La direzione analoga per la tensione V_2

(1) Vedasi *L'Elettrotecnica*, 1915, pag. 199, e 1916 pag. 744.

(2) In questo scritto le lettere maiuscole con punto sottostante, I_0, V_1, ecc., significano vettori aventi un'ampiezza $I_0\sqrt{2}$, $V_1\sqrt{2}$, ecc., essendo I_0, V_1, ecc... valori efficaci delle grandezze corrispondenti.

nel circuito di utilizzazione sia quella che va dal punto b al punto c. Posto ciò, si possono scrivere le equazioni:

$$V_1 + E_1 + E_2 = I_1 Z_1 + I_2 Z_2 \qquad (3)$$

$$E_2 = I_2 Z_2 - V_2 \qquad (4)$$

dalle quali si deduce:

$$V_1 - V_2 + E_1 = I_1 Z_1 \qquad (5)$$

Si ponga ora:

$$\left.\begin{array}{l} V_2' = V_2 \dfrac{N_1}{N_2}\,; \quad I_2' = I_2 \dfrac{N_2}{N_1}\,; \quad Z_2' = Z_2 \left(\dfrac{N_1}{N_2}\right)^2; \\ R_2' = R_2 \left(\dfrac{N_1}{N_2}\right)^2; \quad X_2' = X_2 \left(\dfrac{N_1}{N_2}\right)^2 \end{array}\right\} \qquad (6)$$

Ricordando che $E_2 = E_1 \dfrac{N_2}{N_1}$, la formula (4) si trasforma in:

$$E_1 = I_2' Z_2' - V_2' \qquad (7)$$

e la (1) diventa:

$$I_0 = I_1 + I_2' \qquad (8)$$

Se ora si traccia un circuito elettrico come quello in fig. 2, dove G_1 e b_1 sono la conduttanza e la suscettanza di eccitazione riferite alle N_1 spire del circuito primario ed alla f. e. m. E_1 (a cui è eguale ed opposta la tensione V_0), è agevole constatare che esso può venire assunto come circuito elettrico equivalente dall'autotrasformatore riduttore. Difatti, prendendo le freccie quali direzioni dei valori positivi delle correnti e delle tensioni e f. e. m. nei due circuiti comprendenti uno le correnti I_1 ed I_0, l'altro le correnti I_2' ed I_0, ed applicando i principii di Kirchhoff generalizzati si ritrovano le equazioni (5) (7) (8).

Da un esame del circuito elettrico equivalente e dei diagrammi vettoriali ad esso corrispondenti, scaturisce una proprietà, che lo scrivente ha già messo in evidenza, la quale riguarda il flusso principale dell'apparecchio.

« In un riduttore di tensione erogante un carico attivo, oppure reattivo, il flusso principale può risultare maggiore sotto carico che a vuoto, mentre nei trasformatori a circuiti separati succede sempre

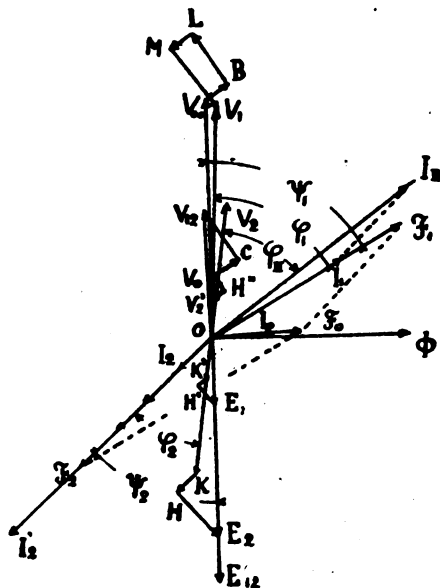



Fig. 3.

il contrario. Anche erogando un carico capacitativo il riduttore ed il trasformatore possono comportarsi in modo diverso nei riguardi delle variazioni di flusso ».

La prima eventualità si verifica generalmente quando il rapporto $\dfrac{V_1}{V_2}$ è minore di 2, chè, in tal caso, la diminuzione della tensione V_2 col carico compensa e supera negli effetti sulla tensione V_0 (alla quale è proporzionale il flusso principale Φ) la tensione assorbita dall'impedenza Z_1. In pratica le variazioni del flusso col carico sono dell'ordine di pochi percento.

Venendo alle cadute di tensione, potrebbe a prima vista sorgere il dubbio che anch'esse presentassero delle anomalie e che l'analogia tra riduttore e trasformatore mancasse egualmente a loro riguardo. Per risolvere la questione conviene tracciare un diagramma vettoriale delle tensioni e correnti. Nella figura 3 si intende:

$\overline{OV_1} = V_1$; $\quad \overline{OK} = -\,\overline{OV_2} = V_2$; $\quad \overline{OV_{12}} = V_1 - V_2$;
$\overline{OV_{10}} = -\,\overline{OE_{12}} = E_1 + E_2$; $\quad \overline{V_0 C} = \overline{V_{00} B} = R_1 I_1$;
$\overline{CV_{12}} = \overline{BL} = X_1 I_1$; $\quad \overline{KH} = \overline{LM} = R_2 I_2$;
$\overline{HE_2} = \overline{MV_1} = X_2 I_2$; $\quad \overline{V_2' H''} = \overline{K' H'} = R_2' I_2'$;
$\overline{H'' V_0} = \overline{H' E_1} = X_2' I_2'$.

Si ritenga trascurabile la corrente I_0 e la direzione $\overline{OV_{12}}$ sia poco diversa dalla $\overline{OV_1}$. Proiettando la spezzata $V_2' H'' V_0 C V_{12}$ sulla direzione OV_1 risulta, con approssimazione:

$$V_{12} - V_2' = V_1 - V_2' - V_2 = I_1 \left[(R_1 + R_2') \cos\varphi_1 + (X_1 + X_2') \operatorname{sen}\varphi_1 \right] \qquad (9)$$

dove φ_1 è lo sfasamento della corrente primaria.

Ossia:

$$V_2 = V_1 \frac{N_1}{N_1 + N_2} - I_1 \left[(R_1 + R_2') \cos\varphi_1 + (X_1 + X_2') \operatorname{sen}\varphi_1 \right] \qquad (10)$$

La caduta di tensione secondaria da vuoto a sottocarico è, all'incirca:

$$v_2 = V_1 \frac{N_2}{N_1 + N_2} - V_2 \qquad (11)$$

Applicando la (10) e la relazione ovvia: $\dfrac{N_2}{N_1 + N_2} = \dfrac{V_2}{V_1}$, si ottiene la caduta di tensione espressa come percentuale della tensione secondaria:

$$v_2\,\% = \frac{v_2}{V_2}\,100 = \frac{I_1}{V_1} \left[(R_1 + R_2') \cos\varphi_1 + (X_1 + X_2') \operatorname{sen}\varphi_1 \right] 100 \qquad (12)$$

Analogamente a quanto si fa per la corrispondente formula dei trasformatori a circuiti separati, a scopo di maggiore precisione si può aggiungere, nel fattore tra parentesi, un terzo termine:

$$\frac{1}{2} \left[(R_1 + R_2') \operatorname{sen}\varphi_1 - (X_1 + X_2') \cos\varphi_1 \right]^2$$

Il trasformatore ricavato dal riduttore separandone gli avvolgimenti primario e secondario presenterebbe, se alimentato con la tensione adeguata $V_1 - V_2$, una caduta di tensione secondaria percentuale espressa, a parità di corrente I_1 e di sfasamento φ_1, dalla stessa formula (12) nella quale si sostituisca il denominatore $V_1 - V_2$ a V_1. Perciò il rapporto tra la caduta del riduttore e quella del trasformatore è $h = \dfrac{V_1 - V_2}{V_1}$, minore dell'unità.

Egual rapporto sussiste tra le tensioni di corto circuito percentuali della primaria che occorre applicare rispettivamente al riduttore ed al trasformatore per una stessa corrente assorbita I_1. Difatti, in base al circuito equivalente semplificato ponendo in esso $V_2 = V_2' = 0$ e trascurando I_0, la prima tensione è espressa da

$$\frac{I_1}{V_1} \sqrt{(R_1 + R_2')^2 + (X_1 + X_2')^2}\,,$$

mentre la seconda è

$$\frac{V_1}{V_1 - V_2} \sqrt{(R_1 + R_2')^2 + (X_1 + X_2')^2}\,.$$

Anche tra le potenze erogabili dal trasformatore e dal riduttore, a parità di perdite nel ferro e nel rame, le quali sono all'incirca $(V_1 - V_2)\, I_1$ ed $V_1 I_1$, passa il rapporto h.

2. - *Autotrasformatore elevatore* (fig. 4). — Gli avvolgimenti $a\,b$ e $b\,c$ sono collegati come nel caso precedente. V_1 è minore di V_2. Attenendosi a supposizioni analoghe, l'equazione delle correnti, chiamando I_1 quella di alimentazione, diventa:

$$I_1 = I_1 - I_2 \qquad (13)$$

L'equazione delle f. e. m. è ancora la (1). La (3) e la (4) vengono sostituite dalle seguenti:

$$V_1 + E_1 = I_1 Z_1 \qquad (14)$$

$$E_1 + E_2 = I_1 Z_1 + I_2 Z_2 - V_2 \qquad (15)$$

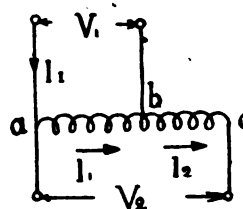
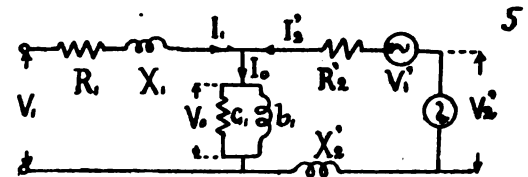



Fig. 4. Fig. 5.

dalle quali si ottiene: $\quad E_2 = I_2 Z_2 - V_2 + V_1 \qquad (16)$

Si ponga: $\quad V_1' = V_1 \dfrac{N_1}{N_2} \qquad (17)$

e si mantengano le (6). Risulta:

$$E_1 = I_2' Z_2' - V_2' + V_1' \qquad (18)$$

Per quanto precede, il circuito elettrico equivalente di un autotrasformatore elevatore risulta quello rappresentato nella fig. 5. La fig. 6 dà un diagramma vettoriale relativo al medesimo. Si intende:

$\overline{OK'} = V_1 - V_2$; $\quad \overline{OV_{00}} = -\,\overline{OE_{12}} = E_1 + E_2$;
$\overline{OV_0} = -\,\overline{OE_1} = E_1$; $\quad \overline{V_0 C} = \overline{V_{00} B} = R_1 I_1$;
$\overline{CV_1} = \overline{BL} = X_1 I_1$; $\quad \overline{K' H'} = \overline{V_{21} H''} = R_2 I_2$;
$\overline{H' E_1} = \overline{H'' V_0} = X_1 I_2$; $\quad \overline{LM} = R_2' I_2'$; $\quad \overline{MV_2} = X_2' I_2'$.

Proiettando la spezzata $V_{21}' H'' V_0 C V_1$ sulla direzione $\overline{O V_1}$ risulta, con approssimazione:

$$V_1 - V_{21}' = V_1 - V_2' + V_1' = I_1 \left[(R_1 + R_2') \cos\varphi_1 + (X_1 + X_2') \operatorname{sen}\varphi_1\right] \quad (19)$$

da cui:

$$V_2 = V_1 \frac{N_1 + N_2}{N_1} - I_1 \left[(R_1 + R_2') \cos\varphi_1 + (X_1 + X_2') \operatorname{sen}\varphi_1 \right] \quad (20)$$

La caduta di tensione secondaria è:

$$v_2 = V_1 \frac{N_1 + N_2}{N_1} - V_2 \quad (21)$$

In base alla (20) si ottiene:

$$v_2\,\% = \frac{I_1}{V_2} \left[(R_1 + R_2') \cos\varphi_1 + (X_1 + X_2') \operatorname{sen}\varphi_1 \right] 100 \quad (22)$$

Nella formola (22) si può anche introdurre invece della corrente primaria I_1 la corrente totale I_t basandosi sulla relazione approssimata:

$$I_t = I_1 + I_2 = I_1 \frac{N_1 + N_2}{N_2} = I_1 \frac{V_2}{V_2 - V_1}$$

Il trasformatore dedotto da un autotrasformatore elevatore presenta, se alimentato con tensione V_1 ed erogando a tensione $V_2 - V_1$,

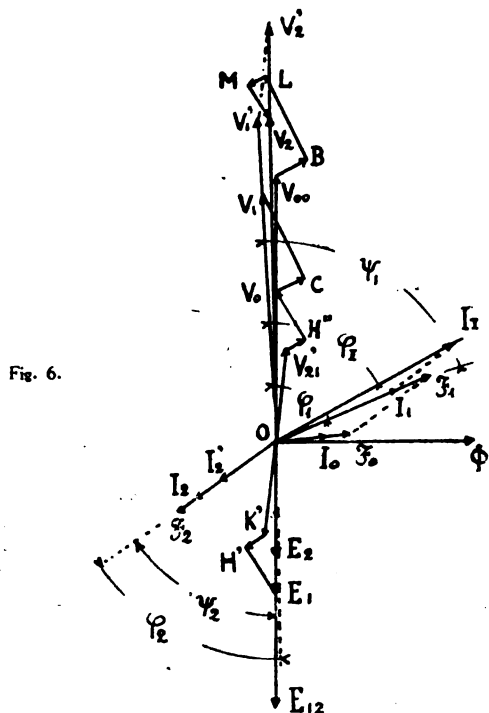



Fig. 6.

una caduta di tensione secondaria percentuale espressa dalla stessa formula (22) nella quale al posto di V_2 si legga $V_2 - V_1$. Quindi il rapporto tra le cadute dell'elevatore e del trasformatore è $h = \frac{V_2 - V_1}{V_2}$. Esso è minore dell'unità e coincide con quello sussistente tra le corrispondenti tensioni di corto circuito percentuali della primaria, per una medesima corrente totale assorbita.

La tensione di corto circuito percentuale primaria è per l'autotrasformatore:

$$\frac{V_1 - V_1'}{V_1} = \frac{I_t}{V_1} \sqrt{(R_1 + R_2')^2 + (X_1 + X_2')^2} =$$

$$= I_t \frac{V_2 - V_1}{V_2 V_1} \sqrt{(R_1 + R_2')^2 + (X_1 + X_2')^2}$$

e per il trasformatore è: $\frac{I_1}{V_1} \sqrt{(R_1 + R_2')^2 + (X_1 + X_2')^2}$

Le potenze erogabili dal trasformatore e dall'autotrasformatore sono $(V_2 - V_1) I_2$ e $V_2 I_2$; il loro rapporto è pure h.

3. - *Autotrasformatore riduttore ad avvolgimenti in opposizione* (fig. 7). — L'avvolgimento $c\,c'$ sia collegato in opposizione con $a\,b$. Sia N_1 maggiore di N_2. La tensione V_2 diventa in tal guisa minore della V_1. Questo schema non viene usato come connessione normale a motivo della cattiva utilizzazione del materiale nei riguardi della potenza ricavabile, ma serve a scopo di regolazione di tensione con autotrasformatori destinati a venire collegati ora come elevatori ed ora come riduttori, i quali si denominano survoltori-devoltori.

L'equazione (13) dell'ultimo caso considerato diventa ora:

$$I_t = I_1 + I_2 \quad (23)$$

La (8) e la (14) non mutano. La (15) va sostituita da:

$$E_1 - E_2 = I_1 Z_1 - I_2 Z_2 - V_2 \quad (24)$$

Dalle (15) e (24) si deduce:

$$E_2 = I_2 Z_2 + V_2 - V_1 \quad (25)$$

ossia, in base alle indicazioni (6) ancora mantenute:

$$E_1 = I_2' Z_2' + V_2' - V_1' \quad (26)$$

Il circuito elettrico equivalente resta quello in fig. 5. Un diagramma vettoriale corrispondente è dato nella fig. 8. In questa si sono conservate le indicazioni per i vettori adoperate nella fig. 6.

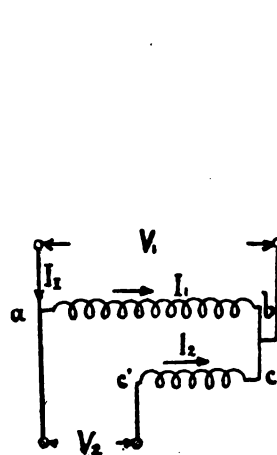
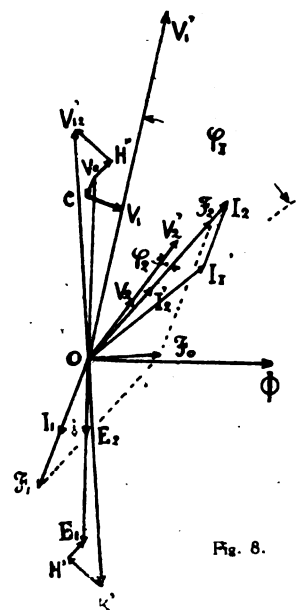



Fig. 7. Fig. 8.

Proiettando la spezzata $V_{12}' H'' V_0 C V_1$ sulla direzione $\overline{O V_1}$ si ottiene:

$$V_{12}' - V_1 = V_1 - V_2' - V_1 = I_1 \left[(R_1 + R_2') \cos\varphi_1 + (X_1 + X_2') \operatorname{sen}\varphi_1 \right] \quad (27)$$

da cui:

$$V_2 = V_1 \frac{N_1 - N_2}{N_1} - I_1 \left[(R_1 + R_2') \cos\varphi_1 + (X_1 + X_2') \operatorname{sen}\varphi_1 \right] \frac{N_2}{N_1} \quad (28)$$

La caduta di tensione secondaria è:

$$v_2 = V_1 \frac{N_1 - N_2}{N_1} - V_2 \quad (29)$$

Quella percentuale diventa:

$$v_2\,\% = I_1 \frac{V_1 - V_2}{V_1 V_2} \left[(R_1 + R_2') \cos\varphi_1 + (X_1 + X_2') \operatorname{sen}\varphi_1 \right] 100 \quad (30)$$

La formula (30) può venire modificata, introducendovi la corrente totale I_t la quale è circa:

$$I_t = I_2 - I_1 = I_1 \frac{N_1 - N_2}{N_2} = I_1 \frac{V_2}{V_1 - V_2}$$

La caduta percentuale del trasformatore a circuiti separati, erogante a tensione $V_2 - V_1$ è espressa dalla formula (30) nella quale si sostituisca $\frac{1}{V_1}$ a $\frac{V_1 - V_2}{V_1 V_2}$. Il rapporto tra le cadute di tensione di questo riduttore e del trasformatore diventa $h = \frac{V_1 - V_2}{V_2}$. Esso coincide col rapporto tra le corrispondenti tensioni di corto circuito percentuali, a parità di corrente totale assorbita, le quali risultano espresse come al caso precedente, salvo la sostituzione di $V_1 - V$ a $V_2 - V_1$.

Il rapporto tra le potenze erogabili del trasformatore e del riduttore, le quali sono $(V_1 - V_2) I_2$ e $V_2 I_2$, è pure eguale a h. Il rapporto h, a differenza dei casi precedentemente esaminati, può risultare maggiore, eguale, o minore dell'unità, a seconda che la tensione V_1 è maggiore, eguale o minore di $2 V_2$.

Non è fuori luogo osservare che, funzionando il riduttore con carico attivo oppure reattivo, esso gode della proprietà che il proprio flusso principale cresce in generale col crescere del carico, e che l'eccitazione del flusso stesso è data prevalentemente dalla corrente I almeno se il carico non è molto ridotto.

Gli avvolgimenti $a\,b$ e $c\,c'$ si scambiano le funzioni rispetto al caso precedente, diventando rispettivamente secondario e primario. Per ragioni di uniformità si sono però lasciati immutati gli indici delle grandezze che ad essi si riferiscono.

4. - *Autotrasformatore elevatore ad avvolgimenti in opposizione* (fig. 9). — Questo schema può venire anch'esso usato a scopo di regolazione della tensione, analogamente al precedente.

Sia N_1 minore di N_1 quindi V_2 minore di V_2. In base alle direzioni positive assunte con le freccie, l'equazione delle correnti diventa:

$$I_t = -I_1 - I_2 \quad (31)$$

La (4) e la (8) non mutano. La (3) va sostituita da:

$$V_1 - E_1 + E_2 = I_2 Z_2 - I_1 Z_1 \quad (32)$$

Ne consegue:

$$V_2 - V_1 + E_1 = I_1 Z_1 \quad (33)$$

L'equazione (7) resta inalterata.

Il circuito equivalente permane quello in fig. 2. Nella fig. 10 è dato un diagramma vettoriale nel quale si sono conservate le indicazioni della fig. 3.

Proiettando la spezzata $V_{21}\ C\ V_0\ H''\ V_2'$ sopra la direzione $\overline{OV^1}$ si deduce, con la solita approssimazione:

$$V_2' - V_{21} = V_2' - V_2 + V_1 = I_1 \left[(R_1 + R_2') \cos \varphi_1 - (X_1 + X_2') \operatorname{sen} \varphi_1 \right] \quad (34)$$

da cui:

$$V_2 = V_1 \frac{N_2}{N_2 - N_1} - I_1 \left[(R_1 + R_2') \cos \varphi_1 + (X_1 + X_2') \operatorname{sen} \varphi_1 \right] \frac{N_2}{N_2 - N_1} \quad (35)$$

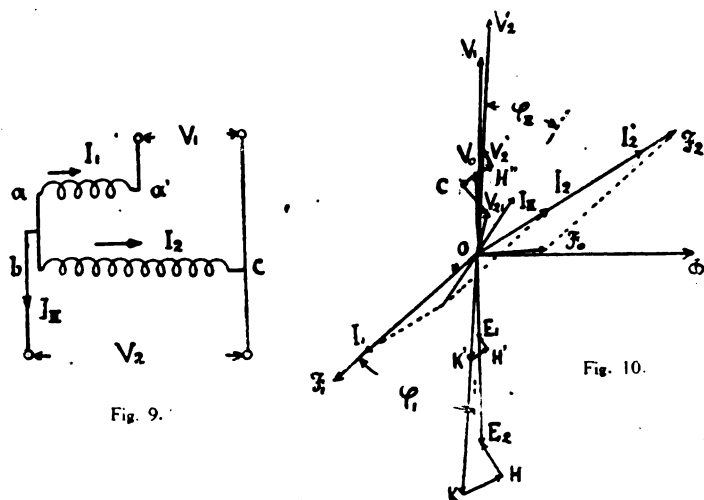



Fig. 9. Fig. 10.

La caduta di tensione secondaria è:

$$v_2 = V_1 \frac{N_2}{N_2 - N_1} - V_2 \quad (36)$$

La caduta percentuale, in base alla (3) ed alla relazione $\frac{N_2}{N_2 - N_1} = \frac{V_2}{V_1}$ diventa:

$$v_2\ \% = \frac{I_1}{V_1} \left[(R_1 + R_2') \cos \varphi_1 + (X_1 + X_2') \operatorname{sen} \varphi_1 \right] 100 \quad (37)$$

Quella del corrispondente trasformatore a circuiti separati, supposto alimentato con una tensione eguale a $V_2 - V_1$, è espressa dalla stessa formula (37) previa sostituzione della tensione $V_1 - V_2$ alla V_1 nel denominatore. Il rapporto tra le cadute di questo elevatore e del trasformatore è $h = \frac{V_2 - V_1}{V_1}$, e coincide con quello sussistente tra le tensioni di corto circuito percentuali le quali sono espresse come al caso 1° salvo la sostituzione di $V_2 - V_1$ a $V_1 - V_2$

Le potenze erogabili dal trasformatore e dall'elevatore sono $(V_2 - V_1)\ I_1$ e $V_1\ I_1$. Il loro rapporto è pure h. Questo numero risulta maggiore, eguale, o minore dell'unità a seconda che V_2 è maggiore, eguale o minore di $2\ V_1$.

Le funzioni degli avvolgimenti $a\,a$ e $b\,c$ appaiono invertite rispetto al caso 1°.

5. - *Regolatori di tensione ad induzione, monofasi.* — Constano, come è noto, di una struttura magnetica analoga a quella delle macchine ad induzione, la cui parte interna è suscettibile di occupare posizioni angolarmente diverse, e di tre avvolgimenti. Uno di questi, C viene chiuso in corto circuito ed è detto *terziario*. Gli altri due sono il primario ed il secondario. Uno, B è sulla stessa parte (statore o rotore) su cui sta C ed è disposto in quadratura col medesimo.

Il collegamento dei circuiti A e B risulta dalla fig. 11. Si può mettere B a valle di A, oppure a monte come indicato.

Si chiamino E_1 ed E_2 le f. e. m. indotte in B e in A, I_1 ed I_2 le correnti, N_1 ed N_2 le spire di B e di A, K_1 e K_2 i rispettivi coefficienti di avvolgimento, p le coppie di poli, e γ l'angolo di spostamento elettrico di A rispetto a B, eguale a p volte l'angolo meccanico compreso tra gli assi di simmetria degli avvolgimenti A e B, misurato a partire dalla posizione in cui B ed A sono coassiali e le f. e. m. indotte in essi da un flusso alternato risultano dirette da a a c e da

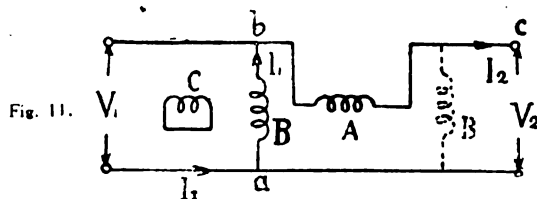



Fig. 11.

b ad a nello schema, oppure viceversa, e quindi si sommano aritmeticamente tra i punti b e c.

Dando diverse posizioni relative all'avvolgimento A, la tensione V_2 varia tra due limiti che, approssimativamente, nel primo caso sono $V_1 + E_2$ e $V_1 - E_2$ e nel secondo caso sono $V_1 + E_1$ e $V_1 - E_1$.

I limiti corrispondono alle posizioni nelle quali A e B sono in fase od in opposizione di fase perfetta. In ognuna di esse il terziario resta inattivo.

Per determinare le tensioni V_2 nelle altre posizioni dell'apparecchio, si immagini di sostituire ad A due avvolgimenti fittizii di cui uno, A', sia coassiale con A e l'altro Q. sia in quadratura, connessi in serie e percorsi dalla stessa corrente I_2. La loro resistenza e reattanza complessive siano eguali a quelle dell'avvolgimento A. Le loro spire siano $N_2 \cos \gamma$ ed $N_2 \operatorname{sen} \gamma$ rispettivamente.

La sostituzione è legittima sia nei riguardi delle f. e. m. indotte che in quelli delle f. m. m. degli avvolgimenti.

La f. m. m. del circuito terziario può ritenersi circa eguale ed opposta a quella dell'avvolgimento Q la quale è espressa dal prodotto $K_2\ I_2\ N_2 \operatorname{sen} \gamma$.

La f. m. m. dell'avvolgimento A' è $K_2\ I_2\ N_2 \cos \gamma$; essa eguaglia, all'incirca, sotto carico normale, quella dell'avvolgimento B ed è diretta in senso contrario della medesima.

Se si trascura la tensione assorbita nell'avvolgimento Q in relazione alle correnti del terziario, e si considerano le sole armoniche fondamentali, nel tempo e nello spazio, delle f. m. m. e delle f. e. m. e correnti, il circuito elettrico equivalente per il regolatore funzionante secondo lo schema fig. 11 (B a monte di A) è dato dalla stessa fig. 5, purchè si intenda modificato il rapporto di trasformazione delle grandezze R_2 e X_2 dell'avvolgimento A, e cioè si tenga:

$$R_2' = R_2 \left(\frac{K_1\ N_1}{K_2\ N_2 \cos \gamma} \right)^2 ; \quad X_2' = X_2 \left(\frac{K_1\ N_1}{K_2\ N_2 \cos \gamma} \right)^2 \quad (38)$$

La tensione V_2 a vuoto è espressa approssimativamente da:

$$V_2 = V_1 + E_2 \cos \gamma \quad (39)$$

Le cadute di tensione col carico sono calcolabili con le stesse formule sopra stabilite per l'autotrasformatore elevatore e per l'autotrasformatore riduttore con avvolgimenti in opposizione. L'approssimazione sarà minore in questo caso sia a motivo della maggiore entità della corrente magnetizzante richiesta dal regolatore, sia per le correnti del terziario. L'ultima causa di errore scompare nelle due posizioni estreme di massima e minima regolazione, per le quali maggiormente interessa il calcolo della caduta di tensione.

Analogamente, se il regolatore è collegato secondo lo schema fig. 11 modificato (B a valle di A), il circuito elettrico equivalente diventa quello in fig. 2 e la tensione V_2 a vuoto si esprime con:

$$V_2 = V_1 - E_1 \cos \gamma \quad (40)$$

Le cadute di tensione sono calcolabili con le formule relative all'autotrasformatore riduttore ed a quello elevatore con avvolgimenti in opposizione.

6. - *Regolatori di tensione ad induzione trifasi.* — Si differenziano costruttivamente dai monofasi in quanto ognuna delle due par-

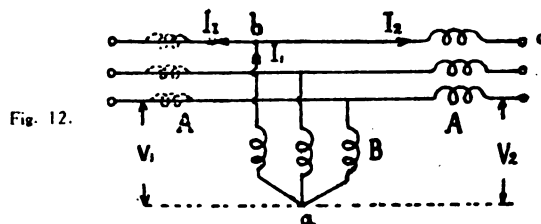



Fig. 12.

ti della struttura magnetica porta un avvolgimento trifase. Le connessioni degli avvolgimenti si eseguiscono nei due modi che appaiono dalla fig. 12, mettendo A a monte od a valle di B.

Considerando anche qui le sole armoniche fondamentali, nel tempo e nello spazio, delle f. m. m. e delle f. e. m. e correnti, il circuito elettrico equivalente del regolatore nel primo caso è dato dalla fig. 2 e nel secondo caso dalla fig. 5. Le tensioni e le f. e. m. si intendono per fase di avvolgimento come le resistenze e le reattanze. Inoltre si deve ritenere:

$$R_2' = R_2 \left(\frac{K_1\ N_1}{K_2\ N_2} \right)^2 ; \quad X_2' = X_2 \left(\frac{K_1\ N_1}{K_2\ N_2} \right)^2 \quad (41)$$

chiamando N_1 ed N_2 le spire per fase di B e di A e $K_1\ K_2$ i rispettivi coefficienti di avvolgimento.

Le tensioni a vuoto V_2 sono comprese approssimativamente tra i limiti $V_1 + E_2$ e $V_1 - E_2$ quando A è a valle di B, e tra i limiti $V_1 + E_1$ e $V_1 - E_1$ quando A è a monte di B. Anche per questo regolatore le posizioni limiti sono quelle nelle quali A e B risultano in fase od in opposizione di fase perfetta.

Le cadute di tensione in corrispondenza delle medesime, che sono quelle che maggiormente interessano, si possono calcolare con le formule stabilite per gli autotrasformatori.

Milano, 1 Marzo 1921.

IMPIANTO IDROELETTRICO D'EGET NEGLI ALTI PIRENEI CON ISTALLAZIONI A 120.000 VOLT [1]

DENIS EYDOUX e PAUL LEBOUCHER

L'impianto idroelettrico d'Eget, negli Alti Pirenei, di cui s'era parlato nelle riviste e nei giornali tecnici francesi durante la costruzione, è stato ora messo in esercizio. Con esso si è battuto il « record » della tensione di trasporto dell'energia elettrica in Francia, con una linea a 120 000 Volt. Esso utilizza le acque dei serbatoi di Capdelong (7 000 000 m³), di Aumar (1 100 000 m³), di Aubert (4 500 000 m³) naturali, immettenti nel lago d'Orédon; ma poichè tale quantità poteva non essere sufficiente in certi periodi, si cercò di riunire in un altro

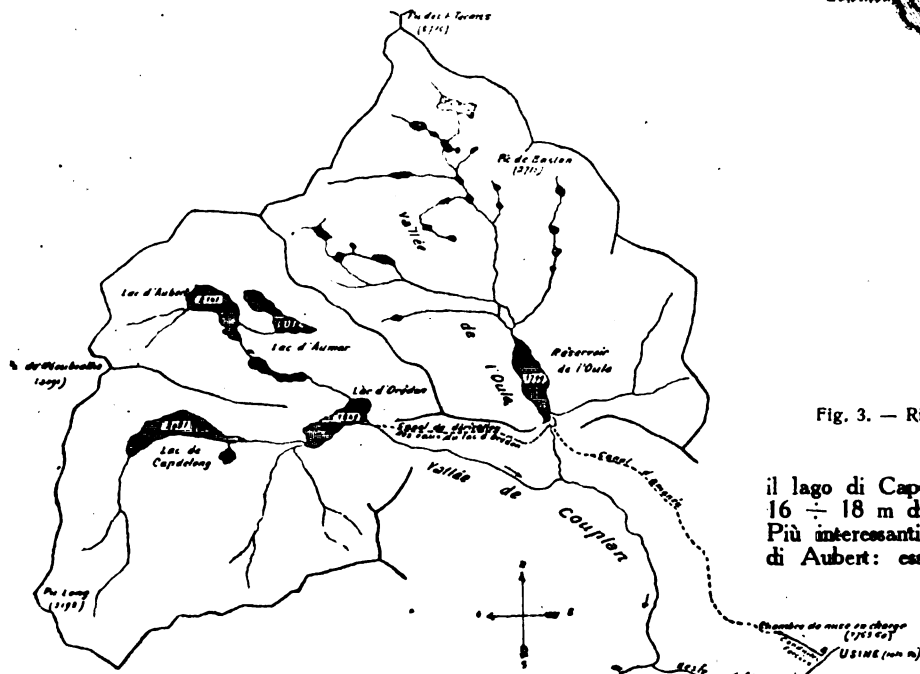



Fig. 1. — Planimetria dei bacini imbriferi che alimentano la centrale d'Eget.

bacino artificiale, detto il bacino dell'Oule, le acque di un altro versante e di riunire in un unico canale lungo 3500 m le acque dell'Orédon e dell'Oule fino alla camera di carico, che precede le condotte forzate (fig. 1).

Nell'estate la portata è di m³ 2 e nell'inverno m³ 1,7 per secondo. Con una caduta utile di 730 metri, si può calcolare una potenza di 14 600 kW idraulici in estate e 12 500 in inverno. Dovendo

I serbatoi connessi colla sistemazione della Neste sono il lago di Aumar, trasformato in bacino, senza alzarne il livello, e fornito di un canale di scarico scavato in trincea, in luogo dell'antico emissario;

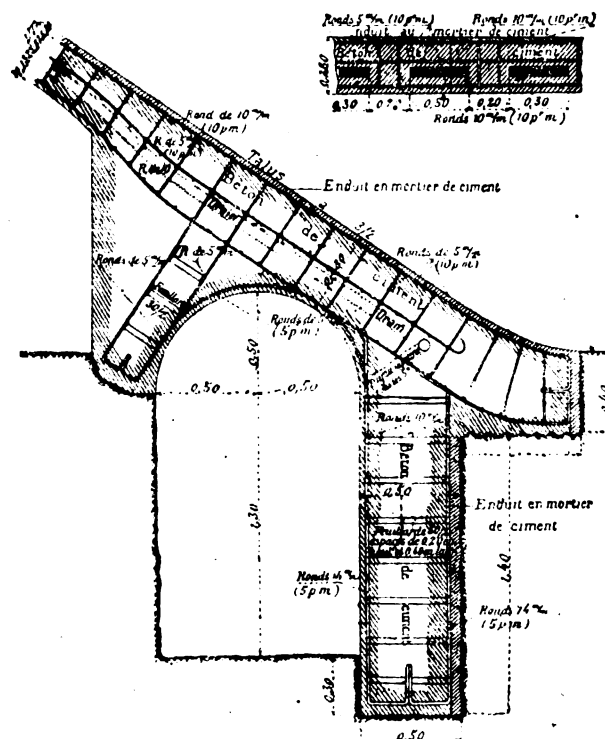



Fig. 3. — Rivestimento in cemento armato della diga del lago di Aubert.

il lago di Capdelong, trasformato in bacino con uno sbarramento di 16 ÷ 18 m di altezza, e con un innalzamento di livello di m 9,50. Più interessanti sono gli sbarramenti operati sui laghi di Orédon e di Aubert: essi sono costituiti da dighe in terra protette a monte rispettivamente, il primo da un rivestimento in pietrame e calcestruzzo di calce, e l'altro da una soletta di cemento armato. (v. fig. 2 e fig. 3).

Il canale di derivazione portante le acque dell'emissario del lago di Orédon a valle del bacino dell'Oule, ha una lunghezza di 3,5 km, una pendenza del 4 per mille, in parte rivestito artificialmente, in parte scavato nella roccia; prima di unirsi con il canale uscente dal lago dell'Oule, attraversa per mezzo di un ponte canale l'emissario naturale dell'Oule, superando una distanza fra le sponde opposte di circa 40 m. Il bacino dell'Oule ha richiesto la costruzione di una diga in muratura di pietrame (v. fig. 4 e 5), le cui fondazioni giunsero fino alla roccia dura e schistosa del sottosuolo. La muratura fu fatta lavorare a kg. 6,9/cm² alla compressione e a kg. 3,5/cm² al taglio.

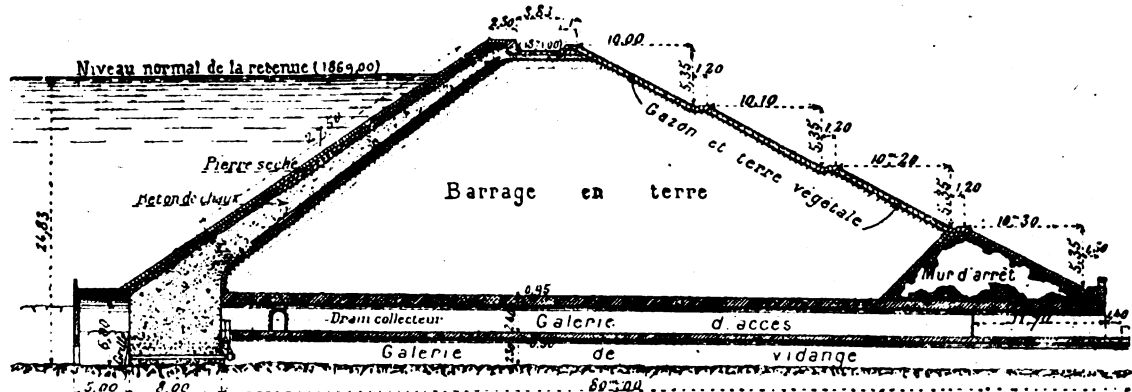



Fig. 2. — Sezione trasversale della diga d'Orédon.

far fronte a punte di carico corrispondenti a una potenza doppia della potenza media, si sono istallati 6 gruppi da 3700 kW, più un gruppo di riserva, ossia una potenza totale di 25 900 kW.

La presa d'acqua, indipendente dallo sbarramento, è operata in una galleria sotterranea, seguita poi dal canale che porta le acque alla camera di carico di Plaouquès, alimentante la centrale d'Eget (vedi fig. 6).

L'entrata e l'uscita dell'acqua è regolata da valvole a saracinesca e da valvole equilibrate che si completano a vicenda per assicurare una perfetta regolazione. In caso di un arrivo d'acque troppo copioso, è disposto sulla riva destra uno sfioratore. Tali acque non

(1) Riassunto dalla *Revue Générale de l'Électricité*, 1920, vol. VIII, n. 1-2-3 e 4, del 3-10-17 e 24 luglio 1920, rispettivamente a pagg. 5-37-75 e 103.

Fig. 4. — Planimetria delle opere del serbatoio dell'Oule.

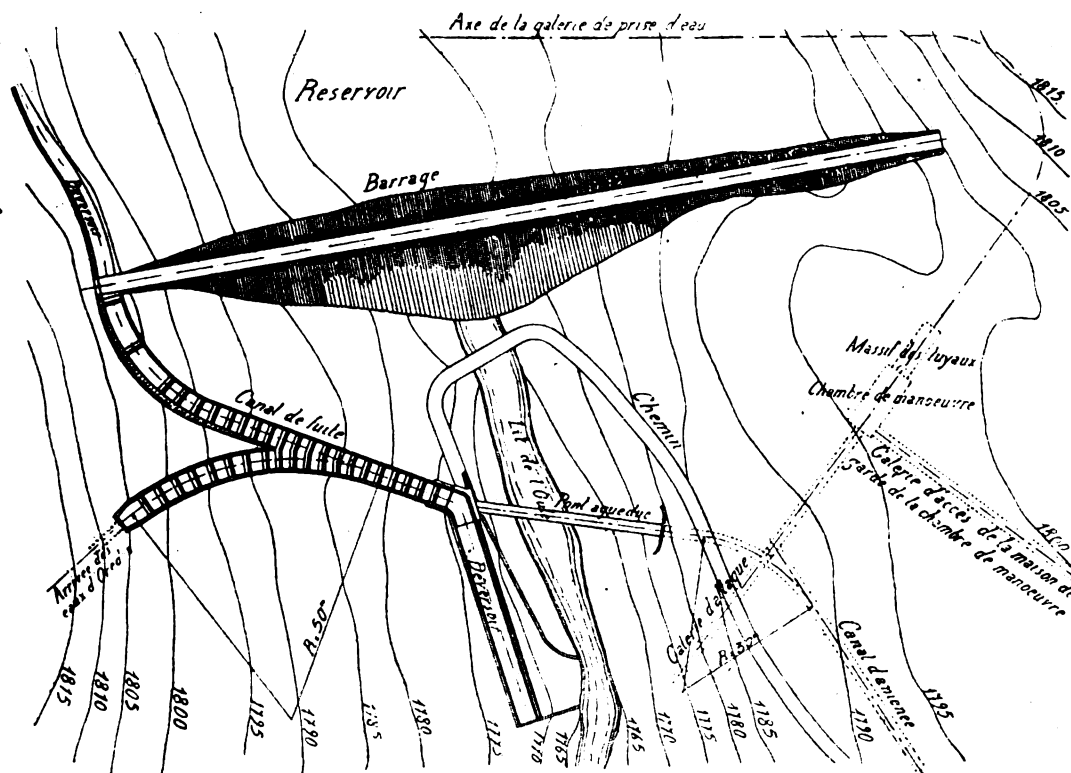



Fig. 5. — Sezione trasversale della diga dell'Oule.

sono perdute ma, per uno speciale dispositivo, vengono riportate nel ponte canale attraversante la valle dell'Oule.

Il canale portante le acque dal bacino dell'Oule alle camere di carico di Plaouquès ha una lunghezza di km 5,6 con 21 gallerie, e la sua costruzione ha presentato grandi difficoltà per la natura del terreno. Le camere di Plaouquès sono interamente sotterranee, coperte con una volta a pieno centro e presentano una capacità di 300 m³ corrispondenti ad una energia di 3000 kWh. I gruppi sono indipendenti, costituiti ciascuno da una condotta forzata di mm 560 di diametro interno, con una portata di 675 litri al secondo ($v = 2,75$ m/s). Le condotte sono sette, con salto di 750 m su di una lunghezza media di m 1250. I tubi sono in acciaio avente una resistenza alla rottura di $35 \div 40$ kg/mm²; un allungamento alla rottura maggiore del 30% e il metallo lavora a non più di 8 kg/cm². La tubazione è in parte allo scoperto e in parte annegata nella muratura. La fig. 7 mostra la disposizione della centrale d'Eget con l'entrata delle tubazioni.

Il fabbricato della centrale, le cui dimensioni sono circa m 68×26, è costruito in pietra da taglio e cemento (v. fig. 8).

La sala delle macchine (m $67 \times 14,50$) contiene sette gruppi turbina-alternatore e due gruppi di eccitazione. La sala è servita da una gru elettrica di 30 tonn. alimentata da corrente continua a 125 V. L'ossatura del tetto è costituita da archi trasversali in legno a strati incollati, appoggianti sui due muri: le reazioni laterali vengono eliminate per mezzo di un tirante orizzontale. L'edificio annesso comprende

Fig. 6. — Camere di carico, sezione longitudinale.

gli uffici, la sala a bassa tensione (6000 V), i trasformatori, una grande sala per riparazioni, i serbatoi dell'olio, le pompe relative. Nel piano superiore, per tutta la larghezza e la lunghezza del fabbricato si estende la sala per gli apparecchi ad alta tensione (120 000 Volt). Nel sottosuolo dell'officina passano il canale di scarico delle turbine e le gallerie dei cavi.

Fig. 7.

Le turbine idrauliche sono costituite da sette ruote Pelton da 5000 HP ciascuna, accoppiate per mezzo di manicotti elastici ad alternatori trifasi, e da due Pelton di 450 HP che azionano le due eccitatrici, che forniscono anche corrente per i servizi interni.

Le turbine hanno un solo iniettore. Fra la turbina e l'alternatore è posto un volano di 4500 kg per facilitare la regolazione, che è com-

Fig. 8. — Pianta del pianterreno.

piuta per mezzo di un deflettore a tegolo che agisce in due tempi. In un primo tempo l'organo deflettore devia il getto d'acqua, totalmente o parzialmente, senza modificare il deflusso delle condotte, le cui acque vanno direttamente allo scarico. Nel secondo tempo l'ago dell'iniettore si avanza lentamente, per ridurre al minimo i colpi d'ariete, e riduce la portata al valore voluto. La prima parte è compiuta in media in 3 secondi, la seconda in circa 30". La manovra dell'ago dell'iniettore è regolata da un apparecchio a servo-motore a olio.

Gli alternatori furono previsti per fornire una potenza di 4375 kVA con cos $\varphi = 0{,}8$ alla velocità di 500 giri, con tensione di 6000 V e alla frequenza di 50 p. La figura 9 mostra la sala delle macchine: da essa si rileva che gli alternatori furono muniti della nota disposizione che permette di far scorrere parallelamente a sè stesso lo statore in modo da liberare il rotore, senza smontare tutta la macchina.

Come abbiamo visto, due turbine di 450 HP azionano dinamo a corrente continua, utilizzate, l'una, a 6 poli, per l'eccitazione degli alternatori e l'altra, a 4 poli, per i servizi ausiliari interni. L'innalzamento della tensione da 6000 a 120 000 V è ottenuto a mezzo di due gruppi di 3 trasformatori monofasi: un settimo trasformatore è di riserva. Essi sono in olio a raffreddamento con circolazione d'acqua.

Il quadro di distribuzione è posto al centro della sala delle macchine: esso è composto di sedici pannelli in marmo nero. La fig. 12 dà uno schema semplificato delle connessioni nella centrale. Le figg. 7, 8 e 11 mostrano la disposizione dei macchinari e degli apparecchi. La fig. 14 mostra le connessioni tra i trasformatori e gli interruttori a 120 000 Volt e gli isolatori costituiti da 7 campane sovrapposte.

Diamo un cenno anche delle disposizioni speciali, quali la determinazione, a distanza, della temperatura dello statore degli alternatori. Lo schema del principio su cui si basa l'apparecchio indicatore è dato

Fig. 9. — Vista della sala delle macchine della centrale d'Eget.

dalla fig. 15. Importanti sono anche gli apparecchi per la filtrazione dell'olio, il quale deve conservare sempre la massima rigidità dielettrica: tali sono il filtro a pressione e l'apparecchio d'assaggio. L'essicazione dei trasformatori, prima di riempirli d'olio, viene operata per mezzo di gruppo motore-ventilatore che soffia l'aria a 85° circa, riscaldata preventivamente da un forno elettrico apposito. Come protezione si è ricorso a parafulmini elettrolitici di cui la fig. 13 dà la sezione di un elemento.

La linea tra Eget e Arreau, a 120 000 Volt, parte da Eget all'altitudine di 1016 m, segue la valle della Neste e arriva ad Arreau a 700 m. Nella prima parte del percorso la linea è sul fianco della montagna, mentre sul rimanente si svolge in pianura. I pali portano sei conduttori in rame di 100 mm² e una linea di terra in cavo d'acciaio galvanizzato di 60 mm². L'acciaio usato per essi presentava una resistenza alla rottura di 42 kg/mm² e un allungamento del 22 per cento.

Fig. 14. — Connessione che collega i trasformatori agli interruttori a 120 000 V, con isolatori passanti e d'amarraggio.

Fig. 10. — Sezione trasversale della centrale d'Eget.

Fig. 11 — Sezione longitudinale del fabbricato annesso, che mostra la sala dei trasformatori e la sala a 120 000 V.

Fig. 12 — Schema delle connessioni della centrale di Eget.

Fig. 13.

Sezione di un elemento di parafulmine elettrolitico per 120 000 Volt.

Fig. 15. — Schema per la misura della temperatura degli alternatori

I conduttori sono costituiti da tre cavi in rame formati di 19 fili del diametro di 2,58 mm ciascuno e con sezione totale di 100 mm². La resistività del rame impiegato è di 1,75 microhm-centimetro alla temperatura di 20° C, e la resistenza meccanica alla rottura è di 38 kg/mm². Il conduttore di terra, costituito da un cavo d'acciaio galvanizzato, è formato di 19 fili del N. 13, ed ha una resistenza alla rottura di 100 kg/mm².

(*a. r.*)

:: SUNTI E SOMMARI ::

APPLICAZIONI VARIE.

P. FERRETTI — **La tecnica delle misure di temperatura nei motori a combustione interna.** (Riv. Marittima, gennaio 1921, N. 1, anno 54, pag. 41).

L'A. tratta, in una estesa ed esauriente relazione, dei suoi nuovi indicatori termoelettrici di potenza, dai quali grande vantaggio potrà ricavare lo studio pratico e la condotta dei motori endotermici in genere.

Per comprenderne subito il principio, basta confrontare il comune diagramma teorico delle pressioni e volumi con quello omologo delle temperature e volumi (Fig. 1). L'esperienza conferma che, per ogni tipo di ciclo prescelto, l'ordinata media dell'uno è in un rapporto sensibilmente costante con quella dell'altro, così che, dopo una taratura iniziale, si può dedurre la prima anche da un apparecchio indicante la seconda. A tale scopo l'Ing. Ferretti ha ideato una coppia termoelettrica (fig. 2), che si può inserire nella camera di combustione di un cilindro come una ordinaria candela di accensione (Fig. 3), ed è collegata con un galvanometro graduato empiricamente una volta per tutte nelle prove al freno del dato motore.

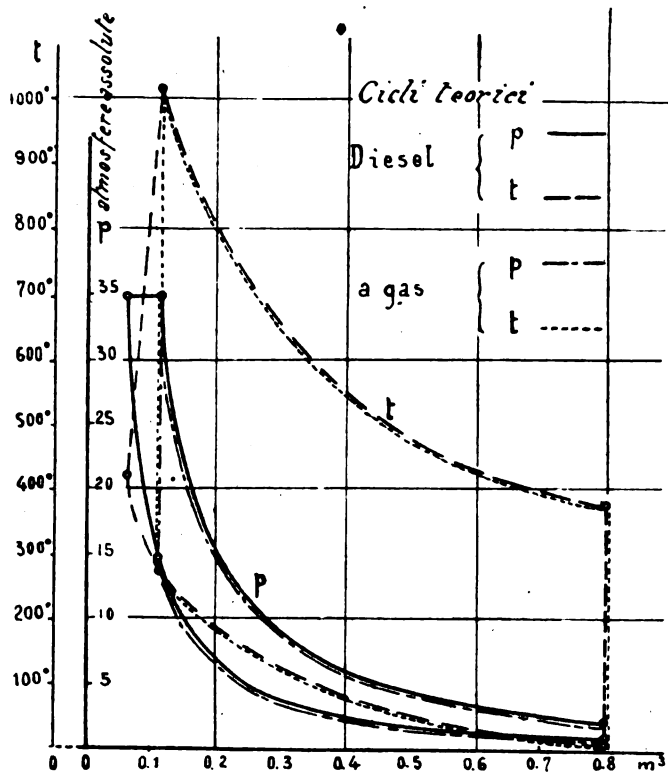
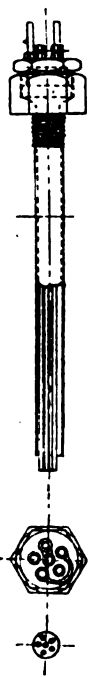



Fig. 1. Fig. 2.

Fig. 3. Fig. 4.

Se poi si colloca la coppia sensibile dietro la valvola di scarico (Fig. 4), essa viene influenzata quasi linearmente anche dal numero di giri, ed allora l'apparecchio dà per lettura diretta la *potenza indicata*.

Un solo galvanometro con commutatore serve per tutti i cilindri gemelli, e con ciò si può ispezionare a volontà e in qualsivoglia momento la ripartizione di lavoro fra i varii organi. La disuguaglianza dei carichi è la causa più frequente e meglio nascosta di avarie nei grossi motori; e solo uno strumento quale quello descritto può equivalere ai manometri sui ricevitori delle macchine a vapore.

G. Ra.

★

I. DE LAGARRIGUE — **Illuminazione e messa in marcia elettrica nelle automobili.** (Rèvue Générale de l'électricité del 4 dicembre 1920, pag. 816-819).

Il problema di illuminare e mettere in marcia, elettricamente, una automobile, è stato risolto per mezzo di una batteria d'accumulatori, di una dinamo generatrice e di un motore di messa in marcia, che dà la spinta iniziale al motore a scoppio, per mezzo di ingranaggi di riduzione.

Numerosi dispositivi servono per distaccare il motore a scoppio dal motore di messa in marcia, quando la marcia è assicurata.

Più interessante è lo studio dei vari modi con cui è stato risolto il problema per ciò che riguarda gli accumulatori e la dinamo.

GLI ACCUMULATORI. — La batteria d'accumulatori è costituita da elementi di piombo raggruppati in modo da dare una forza elettromotrice da 6 a 12 Volt, a seconda dei costruttori. Essi hanno una capacità di circa A-ora nelle automobili di media potenza ($18 \div 20$ HP) corrispondente al raggruppamento di 12 Volt. Infatti per dare lo spunto a un motore di $18 \div 20$ HP occorre applicare al volano una coppia di 6 Kg., imprimendogli una velocità di 150 giri 1'.

Allora la velocità angolare sarà

$$\omega = \frac{150 \times 2\pi}{60} = 15 \text{ circa}$$

$$P = C\omega \; 15 \times 6 = 90 \text{ Kg m. } 0873 \text{ watt}$$

Con una batteria di 12 volt, occorrerà dunque fornire una intensità di $\frac{873}{12} = 72\ A$, trascurando il rendimento del motore.

Per il servizio cittadino, in cui le fermate sono assai frequenti, le batterie usate sono generalmente troppo deboli. Potrebbe in tal caso essere consigliabile sostituire all'accumulatore al piombo, quello ferro-nichel tipo Edison che dà una capacità superiore del 25% e si scarica molto meno facilmente, quando non è adoperato.

LA DINAMO. — La difficoltà maggiore è stata quella di trovare un tipo di dinamo che abbia una forza elettromotrice pressochè costante e non produca una corrente esagerata sul circuito esterno a debole resistenza, pur essendo mossa da un motore a scoppio a velocità variabile.

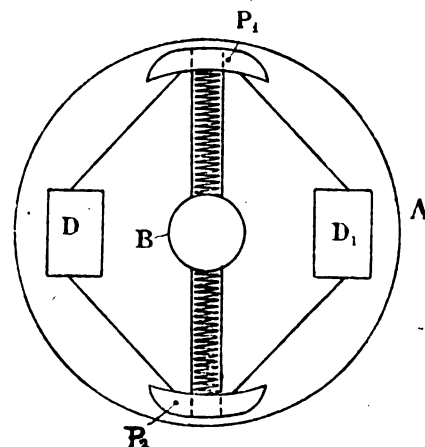



Fig 1. — Dispositivo di frizione per comando di dinamo a velocità Costante.

Ricordiamo innanzi tutto che la forza elettromotrice di una dinamo bipolare è data dalla nota formula

$$E = n\, N\, \Phi\, 10^{-10}$$

Per ottenere E costante occorrerà operare su n e Φ che sono variabili. Diamo schematicamente un elenco delle soluzioni adottate dai vari costruttori.

1ª *Soluzione - Dinamo Grada* (America) — in derivazione; *n* è mantenuto costante per mezzo di un tipo di frizione speciale (fig. 1). In essa: *A* è l'albero che comanda la dinamo, *B* è l'albero dell'indotto, sul quale si trovano due steli sui quali scorrono due pattini P_1 e P_2, mantenuti a contatto dell'albero da molle. Le masse *D* e D_1 agendo per forza centrifuga operano il disinnesto dell'albero, quando la sua velocità è troppo grande.

2ª *Soluzione - Dinamo Bosch* — in derivazione; *n* varia con la velocità del motore, perchè la dinamo è solidale col motore a mezzo di ingranaggi. Dovendo agire su Φ, per diminuire l'eccitazione quando la velocità aumenta, si dovranno inserire delle resistenze nel circuito induttore. (fig. 2). La resistenza variabile è costituita da una scatola *A*, contenente polvere di carbone, essendo una delle estremità della

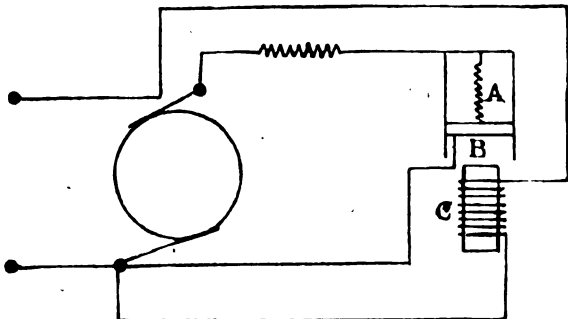



Fig. 2. — Dispositivo « Bosch » per mantenere la tensione costante in una dinamo a velocità variabile.

scatola chiusa da una lastra metallica *B*, tenuta da molla. Una elettrocalamita C, attirando la piastra, aumenta la resistenza, quando la forza elettromotrice aumenta.

3ª *Soluzione - Dinamo della casa S. E. V.* — Essa è pure solidale al motore a scoppio: si otterrà perciò una tensione ondulatoria, ma quasi costante, per mezzo di una resistenza fissa, azionata da un in-

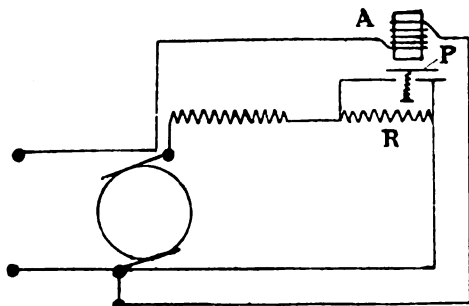



Fig. 3. — Dispositivo S. E. V. per dinamo a velocità variabile.

terruttore in continua oscillazione. L'elettro-calamita *A* (fig. 3) attira la piastra *P* e mette in serie la resistenza *R*.

4ª *Soluzione - Dinamo Westinghouse* — Pure solidale col motore; in questo caso per diminuire l'eccitazione, cioè Φ, si ricorre alla reazione d'indotto. La dinamo a grande reazione d'indotto comprende due spazzole principali *A* e *B* (fig. 4). L'eccitazione è presa fra una

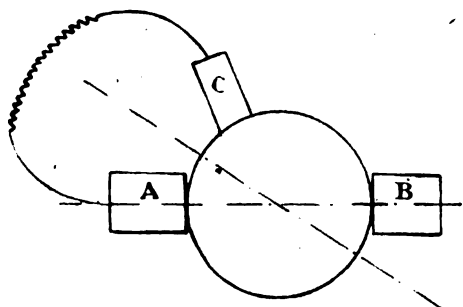



Fig. 4. — Dispositivo Westinghouse per dinamo a variabile velocità

delle spazzole principali e una spazzola d'eccitazione C; la regolazione è prodotta dal fatto che fra di esse diminuisce la tensione quando diminuisce la corrente fornita.

5ª *Soluzione - Dinamo Paris-Rhône* — In essa la regolazione è operata per mezzo di un doppio avvolgimento in serie, demagnetizzante, di cui uno è provvisto di un gran numero di spire per il funzionamento della dinamo come generatrice di corrente, e l'altro porta poche spire di filo grosso, per la messa in marcia del motore.

Lasciamo di ricordare altre soluzioni meno importanti, come quella di una dinamo a induttori mobili rispetto all'indotto.

Le soluzioni accennate per realizzare una dinamo la cui forza elettromotrice sia indipendente dalle variazioni della sua velocità, in parte risolvono il problema, in parte assicurano, piuttosto che una tensione costante, una erogazione costante di corrente.

Pare del resto che in pratica, e specialmente nel caso di automobili per servizio cittadino, questo tipo di dinamo abbia certi vantaggi su quello a tensione costante, giacchè quest'ultima riesce difficilmente a ricaricare le batterie di accumulatori, quando debba operare molto frequentemente la messa in marcia.

a. r.

*

APPARECCHI E DISPOSITIVI DI PROTEZIONE, REGOLAZIONE ecc.

V. E. GOODWIN — **Condensatori elettrostatici.** (Journal A. I. E. E., vol. XXIX, N. 11, novembre 1920, pag. 976).

P. BUNET — **Capacità e condensatori.** (R. G. E., vol. VIII, N. 8, agosto 1920, pag. 237).

Il Goodwin si propone nel suo articolo di stimolare un maggiore interessamento degli elettrotecnici allo sviluppo e all'impiego dei condensatori elettrostatici, i quali costituiscono bensì uno dei più antichi dispositivi elettrici, ma non hanno compiuto, in questi ultimi anni di sorprendente progresso tecnico, gli stessi rapidi passi, che si sono avuti in altri rami.

Premesso un largo riassunto sulle proprietà dei condensatori e sulle relazioni, che definiscono il loro comportamento nei circuiti a corrente continua, a corrente alternata, e a corrente oscillatoria, ed un cenno sugli effetti delle capacità distribuite, l'A. tratta delle loro più importanti applicazioni in tutti i rami dell'industria elettrotecnica, che possono così brevemente riassumersi:

1) Nelle reti telefoniche i condensatori si prestano a separare la componente di corrente continua dalle componenti di corrente alternata, corrispondenti alla modulazione prodotta dalla voce, e permettono in tal guisa una notevole economia nella richiesta di energia, rendendo quindi possibile la telefonia a grande distanza.

2) Negli apparati radiotelegrafici trasmettenti a scintilla smorzata, la scarica dei condensatori dà origine alle correnti oscillanti ad alta frequenza, che producono intorno all'antenna le onde elettromagnetiche, sulla cui propagazione si basano le trasmissioni r. t.

3) Nelle reti di trasporto dell'energia, i condensatori si prestano ad assorbire e quindi eliminare le oscillazioni ad alta frequenza, che vi si producono o per effetto di scariche elettriche di origine esterna (fulmine) o in conseguenza di brusche variazioni di regime.

4) Un'altra applicazione dei condensatori riguarda l'eliminazione delle armoniche di una corrente oscillatoria di una determinata frequenza fondamentale. Inserendo in un circuito, percorso da corrente oscillatoria di una data frequenza, un condensatore in derivazione su una induttanza, di capacità tale da mettere in risonanza detto circuito locale per la frequenza armonica da eliminare, si realizza un dispositivo di arresto per le oscillazioni di frequenza nociva, mentre l'onda fondamentale può passare liberamente.

5) E' possibile migliorare il fattore di potenza di un impianto mediante condensatori inseriti in derivazione, che fanno anticipare la fase della corrente, o mediante condensatori in serie sulla linea, che fanno ritardare la tensione, per modo che la sua fase si approssimi a quella della corrente.

Riportando ad 1 il fattore di potenza, le perdite per effetto Joule sulle linee si riducono, e si ovvia anche alle difficoltà che, con basso fattore di potenza, si incontrano nella regolazione della tensione alla stazione di partenza per mantenere una tensione costante alla stazione di arrivo. Lo stesso scopo è anche conseguibile, come è ben noto, tenendo in moto sulla rete motori sincroni sovraeccitati: ma, indipendentemente dalla soppressione di organi rotanti, i condensatori, in confronto coi motori sincroni, presentano il vantaggio di consumare meno energia. Infatti, mentre questi assorbono il 5 per cento a pieno carico ed il 10 per cento a carico ridotto dell'energia totale, nei condensatori non si dissipano che alcuni millesimi di essa. E' bensì vero che la regolazione del fattore di potenza mediante motori sincroni è più graduale, in quantochè si esegue agendo sull'eccitazione: mentre usando dei condensatori, occorre inserirne un numero più o meno grande, ma nella maggior parte dei casi due o tre valori progressivi di capacità sono sufficienti.

Ad onta di questi vantaggi l'impiego dei condensatori per migliorare il fattore di potenza delle reti è a tutt'oggi assai limitato, per il fatto che in commercio mancano condensatori per elevate potenze, di funzionamento sicuro, in servizio continuativo e di prezzo conveniente.

Per ovviare a tale deficienza il Bunet studia nel suo articolo il problema della costruzione di condensatori, che rispondano ai requisiti suddetti, e propone una soluzione di esso, che si presenta in modo assai originale.

Il tipo di condensatore progettato dall'A. si compone di spirali elicoidali di filo o tubo sottile, avvolte in modo che il passo cresca alle estremità così da non avere, per effetto dei bordi, densità elettriche troppo forti in questi punti: le spirali si inviluppano successivamente, e sono alternativamente collegate fra loro in modo da costituire in definitiva un sistema di due armature.

Come isolante l'A. propone l'olio di ricino, che ha una discreta rigidità dielettrica, e la cui capacità induttiva specifica, intorno a 4,7, è costante al variare della temperatura. L'A. svolge il calcolo relativo

a un esempio pratico, per dimostrare la possibilità industriale di realizzare un condensatore di questo tipo. Si tratta di una cassa cilindrica, del diametro di 2 m, con 29 armature elicoidali, alte m 4,25, e di diametro crescente, dall'interno verso l'esterno dell'apparecchio, da m 0,30 a m 2. La distanza minima fra i fili delle armature opposte è di 5 cm, superiore a quella, che si riscontra spesso fra avvolgimento primario e secondario di trasformatori, costruiti per tensioni dell'ordine di quelle che l'A. si propone di realizzare nel suo apparecchio. La capacità del condensatore, che ne risulta, è di 0,31 μ *F*.

Se la frequenza della corrente della rete è 50, la corrente assorbita a 100 000 V è di 10 A, e la potenza apparente messa in giuoco 1000 kVA. Il peso di tale condensatore si aggirerebbe intorno alle 30 *tonn.* ed il suo costo, calcolato in base ai prezzi di anteguerra, intorno alle 30 000 lire.

Se i risultati pratici dell'impiego di un condensatore di questo tipo confermassero le previsione dell'A., l'impiego dei condensatori per migliorare il fattore di potenza delle reti ad alta tensione potrebbe generalizzarsi e divenire di uso corrente.

6) I condensatori trovano infine utile applicazione nei processi di saldatura elettrica, per l'opportunità, ch'essi offrono, di ottenere alla scarica correnti assai intense in confronto a deboli correnti di carica: e si prestano inoltre a ricavare da una f. e. m. monofase, correnti di fase diversa in uno o più circuiti derivati, proprietà che permette di risolvere in qualche caso il problema dell'avviamento dei motori.

Fe. Vi.

* *

APPARECCHI DI MANOVRA.

H. R. WOODROW — **Le attuali norme costruttive degli interruttori in olio.** (Journal of the A. I. E. E., marzo 1921, pag. 198).

L'articolo riassume i risultati di una inchiesta promossa da alcuni fra i maggiori Enti Elettrotecnici Americani, presso le principali Società Elettriche, riguardo alle applicazioni degli interruttori in olio. Da questa inchiesta, alla quale le Compagnie risposero con una prontezza che è indice della importanza della questione, l'autore desume alcune importanti norme ed osservazioni da tenere presenti nella costruzione degli interruttori in olio.

Il questionario proposto alle Società riguardava i seguenti argomenti: grado di isolamento; limite massimo di corrente tollerabile in modo continuo; limite massimo per correnti istantanee; attitudine alla apertura.

Grado di isolamento. — Per quanto le condizioni di isolamento sieno ormai ben note, si sono talvolta prodotti seri inconvenienti in casi di sovratensioni accidentali; inconvenienti dovuti specialmente alla vaporizzazione dell'olio e all'accensione della miscela gasosa infiammabile.

Le Norme del A. I. E. E. prescrivono un isolamento per 2,25 volte la tensione normale, aumentata di 2000 Volt. Secondo l'Autore sarebbe opportuno elevare tale limite, secondo quanto già praticano alcune Compagnie. Le esperienze vengono condotte con olio in condizioni di secchezza e di limpidità che difficilmente poi si mantengono nella pratica. Gli interruttori all'aperto sono spesso coperti di umidità e di polvere; per quelli installati in celle avviene spesso che nelle celle si formi un miscuglio gasoso che non ha le stesse proprietà dielettriche dell'aria secca. Un poco di umidità è stata riscontrata nell'olio di tutti gli interruttori dopo un certo periodo di servizio.

L'autore propone che venga studiato nuovamente il limite d'isolamento da prescriversi mediante esperienze da condursi con l'interruttore in condizioni di poca pulizia.

Limite di corrente tollerabile in modo continuo. — Pochi inconvenienti sono stati lamentati in seguito a riscaldamento verificatosi con la corrente normale per cui gli interruttori erano stati calcolati. Gli inconvenienti furono dovuti a cattiva manutenzione, imperfetto contatto delle spazzole, ecc.

Alcune Compagnie ordinano i loro interruttori per correnti superiori alla normale allo scopo di avere un largo margine di sicurezza.

L'autore raccomanda di procurare buone ventilazioni nelle celle contenenti gli interruttori allo scopo di allontanare i gas che si svolgono e che, formando con l'aria una miscela combustibile, hanno prodotto in alcuni casi degli incidenti. La ventilazione deve essere studiata in modo che il gas allontanato dalla cella non sia convogliato negli scompartimenti vicini. Alcune Compagnie dispongono per ogni cassa di isolatore, un tiraggio coll'esterno.

Limite di intensità di correnti istantanee. — Alcune Compagnie hanno avuto incidenti provenienti dall'incapacità dell'interruttore a sopportare intense correnti di corto circuito pel breve tempo necessario alla apertura dell'interruttore; in altri casi gli incidenti furono dovuti alla insufficente resistenza meccanica verso le sollecitazioni prodotte dalle forze elettromagnetiche.

L'autore raccomanda che i costruttori proporzionino i loro interruttori in modo che questi possano sopportare, per periodi da uno a cinque secondi, correnti dell'ordine di quella che produce l'apertura e, in casi importanti, anche correnti di intensità due o tre volte maggiore.

Attitudine alla apertura. — Sulle proprietà da considerarsi negli interruttori quando interviene l'apertura non vi è accordo. Generalmente si costruiscono gli interruttori in modo che sieno capaci di interrompere una corrente di una data intensità per due volte successive a due minuti di intervallo, e di potere, dopo ciò, essere richiusi e sopportare la corrente normale di regime per il tempo necessario alle eventuali ispezioni o riparazioni nei circuiti.

In pratica le cose passano diversamente. Nei casi in cui l'apertura dell'interruttore non produce una interruzione nel servizio, generalmente l'interruttore non viene richiuso fino a quando non è riconosciuta la causa dello scatto e non si è esaminato l'interruttore stesso. Ma quando l'apertura interrompe il servizio, l'operatore spesso insiste nel richiudere più volte l'interruttore e in molti casi questo finisce col restare chiuso essendo scomparsa la causa momentanea perturbatrice. L'interruttore deve perciò essere proporzionato per resistere a tale servizio.

Le Compagnie stanno, secondo l'Autore, procedendo a esperienze sistematiche allo scopo appunto di studiare l'attitudine dell'interruttore a ripetute aperture, in relazione alle dimensioni principali degli organi che lo compongono. L'Autore si ripromette da questi studi notevoli perfezionamenti nella costruzione degli interruttori.

L'Autore propone che i costruttori definiscano i loro interruttori diversamente per un solo scatto e per scatti ripetuti. Vale a dire un interruttore proporzionato per una certa intensità quando si intenda debba sopportare una sola apertura, deve essere considerato come proporzionato per una intensità minore quando si intenda che debba poter sopportare parecchi scatti successivi.

Vi è così grande diversità di opinioni nel definire ciò che si intenda per soddisfacente servizio di un interruttore, che l'Autore esita nel dare una definizione. Si dovrebbe considerare come soddisfacente un interruttore capace di interrompere una data corrente in un dato tempo senza proiettare all'esterno l'olio e senza subire alcuna deformazione.

Secondo i dati di parecchie Compagnie, abbreviando il tempo di apertura si è ottenuto un miglioramento nel servizio dell'interruttore.

Molte Compagnie hanno usato olio di diversa provenienza, negli stessi interruttori senza sensibili alterazioni nel funzionamento. L'Autore propone tuttavia che si arrivi ad una standardizzazione degli olii riducendo il numero dei tipi in commercio.

R. S. N.

* *

ELETTROFISICA.

M. PIERUCCI — **Una esperienza di spettroscopia sull'arco elettrico.** (Il Nuovo Cimento, vol. XX, Luglio-Agosto 1920, pag. 41).

L'A. ha esaminato spettroscopicamente ed elettricamente l'arco elettrico in cui giungono polveri estremamente minute di varie sostanze. Per questo studio ha realizzato la seguente disposizione sperimentale.

I carboni sono verticali e coassiali; il positivo, posto in basso, è forato assialmente; ad esso si adatta un tubo di gomma, attraverso il quale passano le polveri inviate dal polverizzatore. Così le polveri giungono nel cratere dell'arco, purchè si abbia cura che l'asse di quest'ultimo coincida con l'asse comune dei carboni; il che si ottiene tenendo l'arco piuttosto corto.

Il polverizzatore adoperato dall'A. è quello *Stefanini-Gradenigo*, col quale (secondo esperienze del professor Stefanini [1]) si può avere una nebbia salina senza traccia sensibile di umidità e costituita di granuli estremamente minuti, di dimensioni (in condizioni favorevoli) non superiori ad 1 *micron*.

Ai morsetti dei carboni è posto un voltmetro ed in serie del circuito dell'arco un amperometro; in tal modo si può seguire l'andamento elettrico dell'esperienza. Le sostanze da polverizzare adoperate erano tutte solubili in acqua, all'infuori della naftalina, che è stata disciolta in alcool. L'A. ha mandato nell'arco: solfati, nitrati, cloruri di sodio, di magnesio, di calcio, clorato potassico ecc. Con tutti questi sali, *se i carboni sono abbastanza puri, si ottengono gli spettri dei metalli come operando col metodo ordinario della miccia. Non compariscono righe il cui grado di eccitazione superi quello dell'arco.*

Così, sempre con carboni assai puri, non comparisce variazione sensibile nell'indicazione del voltmetro e dell'amperometro.

Adoperando però dei carboni positivi a effetto, nei quali sia rimasta qualche traccia di miccia, i resultati cambiano radicalmente. All'A. hanno servito bene dei carboni a effetto giallo, contenenti fluoruro di calcio. *Con tali carboni, appena si lanciano le polveri, si nota un abbassamento di potenziale al voltmetro, con relativo aumento nell'indicazione dell'amperometro.* Tale abbassamento è particolarmente grande (sempre con carboni ad effetto di fluoruro di calcio) col *solfato ferrico e ferroso, coi quali l'A. è riuscito a far calare improvvisamente il potenziale da 50 sotto a 20 Volt.*

Esaminato l'arco allo spettroscopio in tali condizioni si presenta straordinariamente ricco. *I colonnati del fluoruro sono espansi, talvolta fino all'autoinversione; pure molto intense sono tutte le righe del calcio; però più forti sono quelle di bassa eccitazione. Sono invece poco sensibili le righe metalliche delle polveri iniettate*

[1] *Le inalazioni di nebbie saline secche.* Lucca, tip. Baroni, 1914.

Proiettando con una lente l'arco lungo la fenditura dello spettroscopio l'A. ottiene degli spettri che rassomigliano molto a quelli ottenuti senza lenti; cioè le righe ed i colonnati sono presso a poco ugualmente intensi per tutta la lunghezza dell'arco; ciò è da attribuirsi quasi certamente al grosso spessore che vengono ad assumere le zone corticali.

In una seconda serie di esperienze l'A. manda nell'arco polveri di sostanze organiche, come urea, naftalina e zucchero; con esse il resultato è perfettamente opposto. Anche in questo caso con carboni assai puri il fenomeno è poco sensibile; con carboni a effetto, invece, *appena si mandano le polveri si nota un innalzamento di potenziale, che, con lo zucchero può salire improvvisamente da circa 40 a circa 80 volts.* Nello stesso tempo si nota allo spettroscopio *un forte indebolimento di tutte le righe metalliche e, talvolta, la quasi completa scomparsa di esse; contemporaneamente si nota un rafforzamento dei colonnati del carbonio e del cianogeno* (i quali ultimi, secondo recenti esperienze, sarebbero da attribuirsi all'*azoto*).

Concludendo l'A. dice che anche da queste esperienze il meccanismo della produzione delle righe nell'arco appare molto diverso da quello che si ha nelle fiamme. L'effetto di iniettare nell'arco diverse sostanze polverizzate può forse, in ultima analisi, ridursi ad una azione ossidante o riducente, a seconda del caso.

In ogni modo si presenta un curioso fenomeno, a prima vista paradossale; si invia nell'arco, ad es., un sale di ferro e si ottiene allo spettroscopio lo spettro del calcio e del fluoruro di calcio, senza una traccia sensibile delle righe del ferro stesso.

* *

ELETTROTECNICA GENERALE.

R. E. DOHERTY e E. T. WILLIAMSON — **I corti circuiti nelle macchine ad induzione.** (Journ. A. I. E. E., gennaio 1921, pag. 1).

Generalmente si ritiene che, in un generatore o motore asincrono, la corrente di corto circuito sia trascurabile, supponendo che (siccome manca l'eccitazione permanente) quando i morsetti sono cortocircuitati e, così, rimossa ogni connessione elettrica, la corrente, che esisteva in quel momento, diminuisca in modo esponenziale.

Gli A. A. dimostrano, invece, teoricamente ed esperimentalmente, che questo non è vero e che la corrente di corto circuito ha un valore di molto superiore a quello normale, analogamente a quanto avviene per il macchinario sincrono. In questo, però, la corrente passa dal valore iniziale ad uno di corto circuito « permanente »; mentre, per quello asincrono, essa si « annulla » dopo pochi cicli.

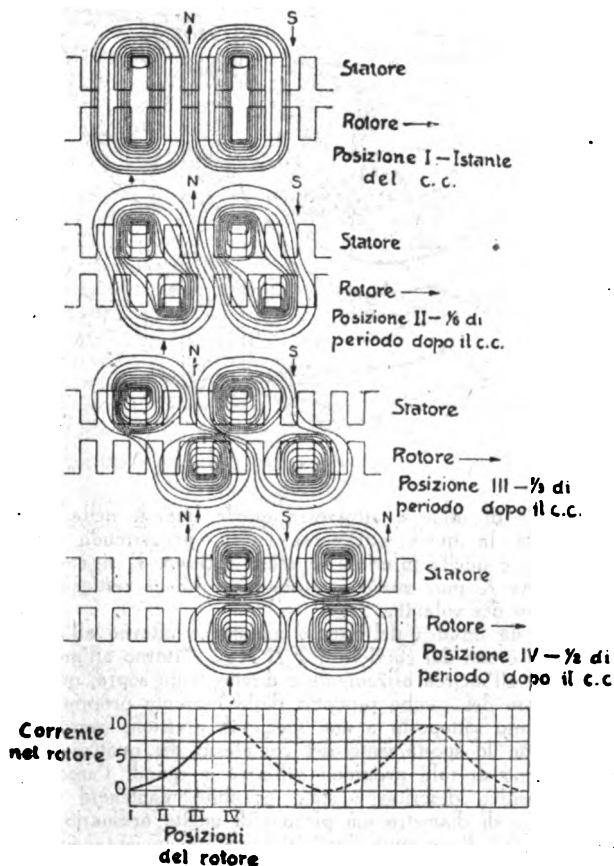



Fig. 1.

La dimostrazione teorica parte dal seguente principio fondamentale, desunto dalla legge di Lentz: « un circuito elettrico chiuso, privo di resistenza, deve persistere nelle stesse condizioni magnetiche, che si avevano al momento della chiusura, cioè deve continuare, sempre, ad abbracciare lo stesso numero di linee di forza ».

La resistenza ohmica dello statore e del rotore, è abbastanza piccola, in generale, perchè, come prima approssimazione, si possa ritenerla trascurabile.

Allora, nel momento di un corto circuito ai morsetti di una macchina asincrona, il flusso primario — dello statore — cessa di ruotare, perchè, per il principio suesposto, deve continuare ad abbracciare, sempre, quelle date spire, con le quali era concatenato in quel momento. Per la stessa ragione, il flusso secondario — del rotore — deve continuare a ruotare. Siamo, così, in presenza di due serie di poli magnetici, uno stazionario ed uno ruotante, di intensità praticamente eguali (v. fig. 1).

Il flusso concatenato con il rotore, continuando il suo movimento di rotazione, cercherà di concatenarsi, anche, con le spire dello statore; ma siccome non lo può (per il principio sopra enunciato) così genererà, nelle spire stesse, una corrente « alternata » e quindi una f. m. m. di valore sufficente ad impedire tale concatenamento. In conseguenza, il flusso del rotore dovrà diventare, tutto, flusso di dispersione; quindi, nell'avvolgimento del rotore stesso si produrrà una corrente « continua » e quindi una f. m. m. capace di vincere la reluttanza magnetica di tale circuito di dispersione.

Le due f. m. m. così generate — presso a poco eguali fra di loro — stanno alle f. m. m. prodotte dalla corrente normale nello stesso rapporto, in cui il flusso normale sta al flusso di dispersione, a corrente normale.

Analogamente, il flusso concatenato con lo statore produce, nel rotore, una corrente « alternata » e, nello statore, una corrente « continua » di valore rispettivamente eguale a quello delle correnti già considerate. (Effettivamente, la componente alternata, nello statore, è minore di quella continua, perchè il flusso secondario, che produce la prima, è minore di quello primario, che produce la seconda).

In definitiva — supponendo sempre trascurabile la resistenza ohmica — la corrente totale nel rotore, oppure nello statore, è la risultante di una componente alternata e di una continua.

Considerando, ora, anche la resistenza ohmica, che è sempre presente, si sa che il flusso, concatenato con i due circuiti, va degradando

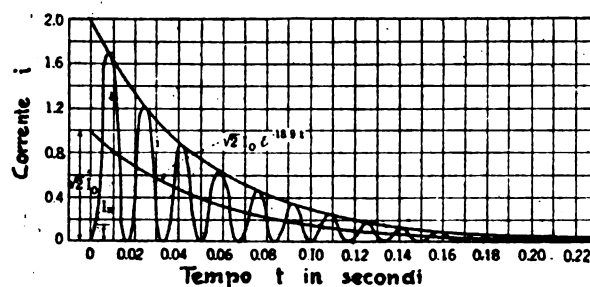



Fig 2.

secondo una funzione esponenziale del tempo. Ripetendo i ragionamenti già fatti, si ricava, per le correnti, un andamento come quello segnato nella fig. 2).

In questo caso la corrente « continua » primaria è:

$$i_1' = \sqrt{2} \; . \; I_{01} \; . \; e^{-\frac{r_1}{L_0} t}$$

e quella « alternata »:

$$i_1'' = - \sqrt{2} \; . \; I_{01} \; . \; e^{-\frac{r_1}{L_0} t} \; . \; \cos \omega t$$

e quindi la corrente primaria totale è:

$$i_1 = i_1' + i_1'' = \sqrt{2} \; . \; I_{01} \; . \; e^{-\frac{r_1}{L_0} t} \, (1 - \cos \omega t)$$

dove:

i_1 = valore istantaneo della corrente primaria,

I_{01} = valore efficace iniziale della corrente alternata primaria,

$$= \frac{E}{\sqrt{r^2 + X^2}} = \frac{\text{tensione normale di fase}}{\text{impedenza di fase}}$$

(lo stesso valore che si avrebbe per macchine sincrone),

r = resistenza totale di fase = $r_1 + r_2$

r_1 = » di fase del primario

r_2 = » di fase del secondario (in termini del primario)

X = reattanza totale di fase (in termini del primario)

$$L_0 = \frac{X}{2 \pi f}$$

Le equazioni precedenti sono valide quando $r_1 = r_2$.

Il valore della resistenza ohmica non influisce molto sul valore iniziale della corrente di corto circuito; mentre ha molta importanza per quanto riguarda la costante di tempo: $T = \frac{L_0}{r_1}$.

Ad esempio, per un motore a 50 periodi, con il 2% di resistenza ohmica in ciascuno degli avvolgimenti e con il 20% di reattanza totale, la costante di tempo è:

$$\frac{L_0}{r_1} = \frac{\frac{20}{2\pi f}}{2} = 0.032 \text{ secondi.}$$

Questo significa che, in quattro volte 0.032 secondi, cioè in circa 6 cicli, il flusso e quindi la corrente sono, praticamente, annullati. Notiamo che, dopo 1/2 ciclo, cioè dopo 0.015 secondi, quando la corrente raggiunge il suo valore massimo, il flusso è già sceso al 76% del suo valore iniziale; mentre, se la resistenza fosse solo dell'1%, come nel caso di grandi generatrici asincrone, il flusso sarebbe sceso all'86%, del valore iniziale e quindi la corrente, in quell'istante critico, sarebbe maggiore che nel caso precedente. In generale, il rotore e lo statore sono magneticamente molto simili, cioè il rapporto $\frac{L}{r}$ è presso a poco eguale per i due circuiti; quindi, i due flussi decrescono all'incirca secondo la stessa curva.

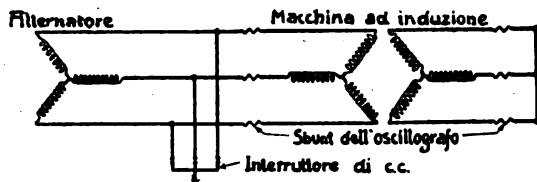



Fig. 3.

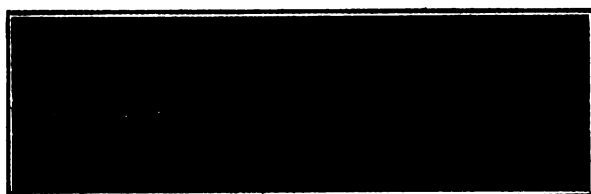
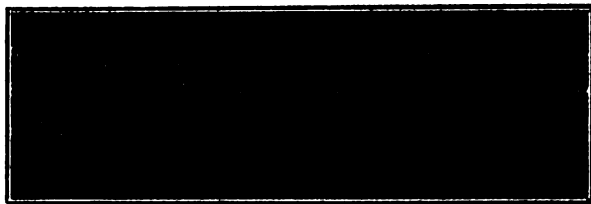
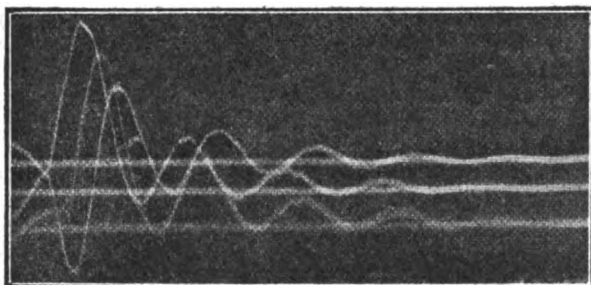
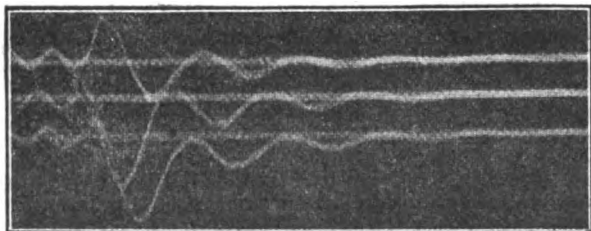
Le formule sopra esposte si riferiscono al caso più generale di un corto circuito trifase su macchine trifasi; ma, anche per gli altri usi della pratica, è facile ricavare formule abbastanza semplici, per calcolare le correnti, che ne risultano.

Corrente primaria — A vuoto

Corrente secondaria — A vuoto

Corrente primaria — Carico normale

Corrente secondaria — Carico normale

Fig. 4.

I dati di queste ricerche matematiche furono controllati con numerose esperienze, eseguite su un motore asincrono trifase da 150 HP, 440 Volt, 720 giri; secondo lo schema della fig. 3).

Alcuni fra i più tipici oscillogrammi, ricavati con corti circuiti trifasi, sono riportati nella fig. 4). I due superiori si riferiscono alle correnti rispettivamente primarie e secondarie, per motore marciante a vuoto prima del corto circuito; quelli inferiori, si riferiscono, invece, al motore marciante a carico normale.

Dall'analisi di numerosi oscillogrammi, si ricavò, in media, un valore iniziale efficace I_{01} della componente alternata primaria (v. fig. 2), variabile da 11.1 a 15.5 volte quello efficace normale.

Le esperienze hanno dimostrato, che la reattanza di dispersione, in condizioni di corto circuito effettivo, è minore di quella ricavata con le ordinarie prove di impedenza: questo si spiega con il fatto, che, in tali condizioni, i circuiti di dispersione risultano fortemente saturati e, quindi, richiedono una corrente più forte perchè il flusso sia mantenuto. Per macchine grandi, a bassa resistenza ohmica, la diminuzione di reattanza può arrivare, anche, al 25%.

La costante di tempo effettiva, è risultata maggiore di quanto indicato dai valori della resistenza ohmica e della reattanza (ricavata con le prove d'impedenza) sia per la ragione, prima vista, che, nel momento del corto circuito, la reattanza è minore, sia per le perdite parassite, che aumentano la resistenza ohmica apparente.

L'effetto del carico, sulla corrente di corto circuito, è piccolo, perchè il flusso primario, per polo, è, praticamente costante per una data tensione e quello secondario varia di ben poco, con il carico.

a. d. v.

* *

ILLUMINAZIONE E FOTOMETRIA.

I. P. YORKE — **Recenti progressi negli archi ad alta intensità di corrente per proiettori.** (The El., 17 Dicembre 1920, n. 2222, volume LXXXV, pag. 708).

L'A. descrive un suo dispositivo atto a controllare l'arco elettrico di un proiettore a mezzo di un campo elettro-magnetico. Il dispositivo consiste in un insieme di quattro sbarre di rame collocate parallelamente all'asse dei carboni, ciascuna coppia isolata dal supporto, ed in serie l'una con l'altra e con l'arco.

La figura 1 dà una vista d'insieme del proiettore col dispositivo. La corrente, a mezzo di conduttori flessibili isolati in asbesto, è por-

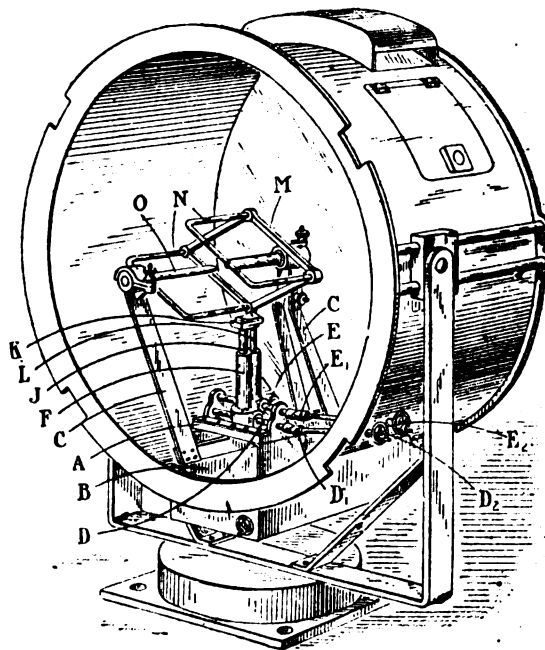



Fig. 1.

tata alle sbarre di rame e attraversa quelle laterali nella stessa direzione secondo la quale attraversa l'arco, percorrendo invece la sbarra superiore e quella inferiore in senso opposto. Il sistema montato sulla piattaforma *K* può essere aggiustato nel piano verticale ed orizzontale a mezzo dei volantini *E D*.

La fig. 2 dà un'idea del campo magnetico attorno all'arco risultante dai campi creati dai conduttori *T B R L*. Attorno all'arco il campo magnetico è all'incirca orizzontale e diretto tanto sopra, quanto sotto nello stesso senso del campo prodotto dalla corrente propria dell'arco. Questo è pertanto sottoposto a una specie di pressione verso il centro del sistema. Con lo spostamento del complesso dei quattro conduttori si sposta l'azione di tale pressione sull'arco e quindi l'arco stesso.

Col dispositivo descritto è stato possibile mantenere stabile un arco fra carboni di diametro più piccolo di quello ordinario. Col crescere della densità di corrente l'area del cratere aumenta e questo diviene sempre più superficiale. Alla densità di corrente di 0,31 A per mm² il diametro del cratere divien grande quasi come il diametro del carbone e poco profondo.

Aumentando la densità di corrente cresce l'efficenza dell'arco, così che, per una data corrente, la riduzione del positivo, ad un diametro tale che la densità sia in esso 0,31 A. per mm², dà un aumento del 50% nel flusso luminoso totale di un proiettore, in cui avevasi

prima una densità di 0,15 per mm². La densità di 0,31 A per mm² è il massimo raggiunto con carboni semplici.

E' bene che il carbone positivo sia leggermente ramato per evitare che divenga rosso, per calore, lungo tutta la lunghezza e si fonda.

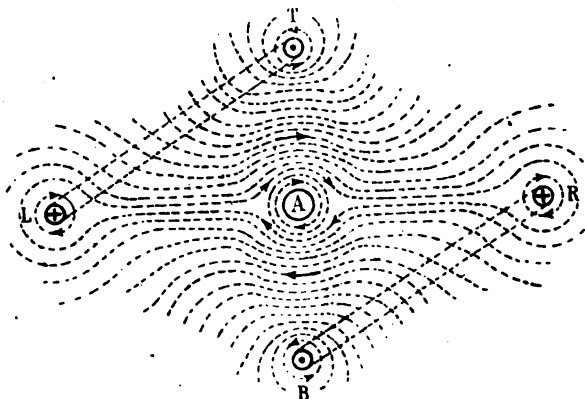



Fig. 2.

Nella fig. 3 sono paragonate le intensità dei fasci ed il flusso luminoso totale prodotto dagli archi a parità di intensità e densità di corrente ma usando diversa composizione di carboni. *A* è un carbone

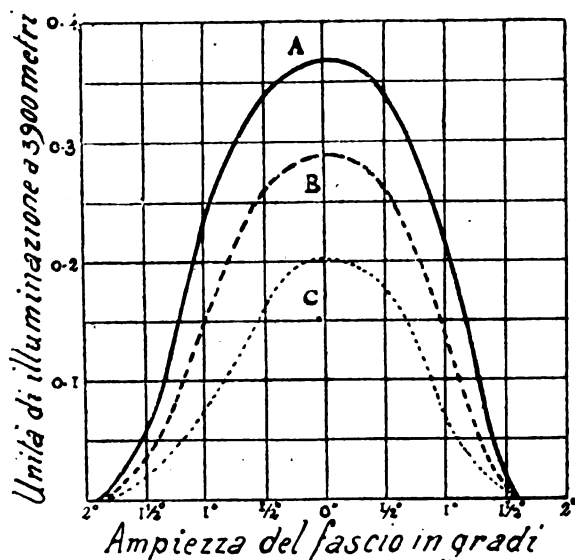



Fig. 3.

ordinario mentre *B* e *C* sono carboni impregnati di speciali misture. L'autore in seguito a lunghi esperimenti constata che tutti i carboni impregnati danno una fiamma più luminosa che quelli semplici ma producono un minor flusso di luce nel fascio. Nel caso in figura i rapporti fra i numeri totali dei lumen ricevuti sono 1 : 0,73 : 0,40. Ciò è probabilmente dovuto all'effetto assorbente dei fumi emessi dai carboni impregnati ed alle proprietà riflettenti ed assorbenti della fiamma stessa. Egli osserva anche che la luminosità della fiamma è un grande svantaggio all'osservazione nelle vicinanze del proiettore e che i fumi producono densi depositi sullo specchio e sulla porta-piana in un tempo più breve che con gli archi a carboni semplici.

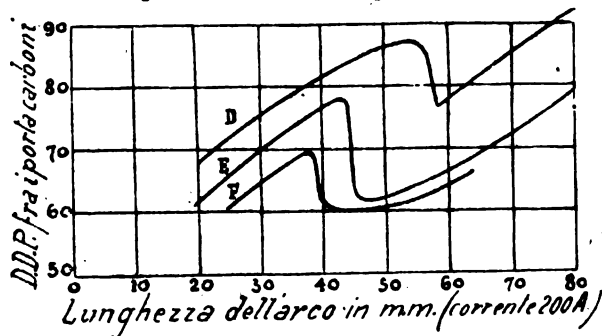



Fig. 1.

La relazione fra la d. d. p. ai porta carboni e la lunghezza dell'arco per una corrente continua è mostrata nella fig. 4 che dà i risultati ottenuti con tre differenti tipi di carbone (*D* pieno, *E* e *F* impregnati). Rilevasi che la d. p. è minore con i carboni impregnati che con i pieni, che una considerevole lunghezza di arco può essere mantenuta col dispositivo dell'A. e che per ogni carbone vi è una lunghezza d'arco critica che dà una repentina caduta di tensione.

A. Bz.

* *

MAGNETOFISICA.

E. HAMMOND — **Magnetizzazione neutra del ferro.** (Phys. Rev., aprile 1920, vol. XV, pag. 249 e R. G. E., 27 novembre 1920, vol. VIII, n. 22, pag. 166 D).

E' ben noto che, nello studio della magnetizzazione del ferro, se si prescinde dalla eventuale differenza di direzione fra il vettore magnetizzazione e il vettore campo (ossia se si prescinde dai fenomeni di magnetizzazione rotante), gli stati di magnetizzazione si sogliono rappresentare mediante diagrammi cartesiani in coordinate (H, J) ovvero (H, B). E' noto altresì che in questi diagrammi non v'è relazione di dipendenza univoca fra le due grandezze, ossia che ad un dato valore di H possono corrispondere infiniti valori di B (compresi entro il « ciclo massimo » di isteresi) e ad un valore di B infiniti valori di H. In altri termini i punti rappresentativi dei possibili stati magnetici non sono distribuiti su una linea, ma coprono una superficie. Ora ci si può chiedere, se un punto del piano (H, B) rappresenti univocamente uno stato magnetico, ovvero se uno stesso punto (H, B) possa, per effetto dell'isteresi, rappresentare più stati magnetici diversi a seconda della precedente storia magnetica, cioè a seconda della varia successione di stati attraverso i quali si è giunti al punto considerato. A questo quesito si può dar risposta, assoggettando il campione a ulteriori variazioni di campo e verificando se queste hanno effetti diversi, cioè provocano diverse variazioni di B, a seconda della precedente storia magnetica.

L'A. ha eseguito lo studio accennato per un particolare punto del piano (H, B) e precisamente per il punto (O, O) origine delle coordinate. Ad esso si può giungere sia smagnetizzando completamente il ferro, sia facendogli seguire un ciclo asimmetrico di magnetizzazione alternativa come quelli, in numero di due, indicati nella fig. 1. Fa-

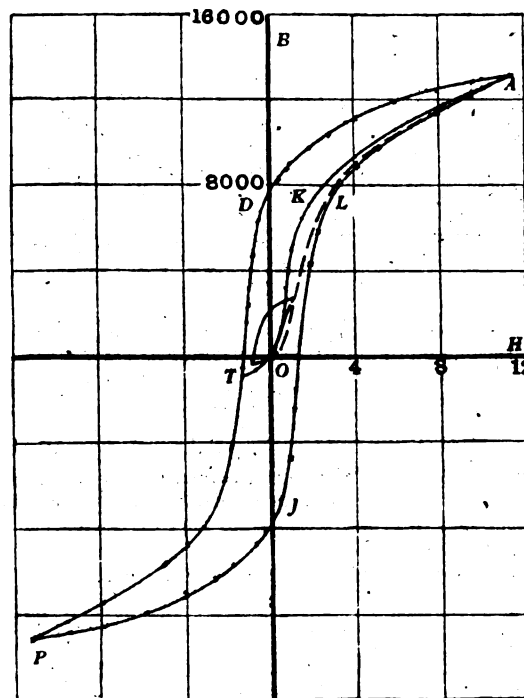



Fig. 1.

cendo crescere poi il campo da zero a un valore finito, si constata che il diagramma di variazione non è il medesimo nei due casi, che cioè il ramo di ciclo di isteresi asimmetrico non si identifica con la « curva di prima magnetizzazione » (disegnata a tratti in figura) e che i rami di diversi cicli, sempre passanti per l'origine, non si sovrappongono. Resta così confermato che le coordinate di un punto del piano (H, B) non bastano ad individuare univocamente uno stato magnetico. Per lo stato corrispondente a $H = O$, $B = O$ ottenuto non per smagnetizzazione del saggio, ma come stadio intermedio di un ciclo asimmetrico, l'A. propone il nome di *magnetizzazione neutra*. Le misure sono state eseguite col metodo balistico.

* *

RADIOTELEGRAFIA E RADIOTELEFONIA.

E. BELLINI — **Gli errori radiogoniometrici.** (The Electrician, volume LXXXVI, n. 2231, 18 febbraio 1921, pag. 220).

E' noto che i rilevamenti di stazioni radiotelegrafiche, ottenuti mediante i radiogoniometri, presentano spesso sensibili errori, che talvolta raggiungono valori inammissibili, perfino di 90°. Taluni di questi errori, in generale di valore limitato, sono dovuti a cause locali, per esempio alla differente conducibilità della terra secondo le differenti

direzioni, alla presenza di conduttori telegrafici e telefonici, ecc., ma altri dipendono certamente da cause finora sconosciute. L'autore, servendosi dei risultati ottenuti da Round, Howe, Hoyt-Taylor, ecc., e delle ipotesi formulate da taluni di essi, cerca nel presente articolo di fare un passo avanti nella spiegazione del fenomeno. I fatti più importanti da tener presenti per raggiungere questo scopo sono i seguenti:

a) Gli errori sono molto più grandi la notte che il giorno.

b) Gli errori sono più grandi alle basse latitudini che alle alte.

c) Spesso accade che le onde sembrano arrivare da differenti direzioni e essere spostate di fase, ciò che produce la disparizione dello zero e talvolta l'impossibilità di ottenere un minimo.

d) Gli errori sono più grandi per le onde lunghe che per le onde corte. In particolare i rilevamenti della stazione Poulsen di Horsea presi sull'onda di segnalazione differiscono di 30° da quelli presi sull'onda di separazione dei segnali.

e) Gli errori sono più grandi per le onde persistenti che per le onde smorzate.

f) Gli errori non esistono se la stazione trasmittente non dista di più di 15 miglia.

g) Le trasmissioni di alcune particolari stazioni forniscono rilevamenti praticamente esatti. Round cita le stazioni di Hannover e di Malta che si trovano in queste condizioni.

h) Due stazioni trasmettenti situate a piccola distanza fra loro, ma aventi aerei di forma differente, forniscono rilevamenti differenti.

i) Una stazione trasmettente utilizzante un quadro per la trasmissione fornisce rilevamenti differenti a seconda dell'orientazione del quadro.

I fatti *d*), *g*), *h*) e *i*) mostrano chiaramente l'influenza della forma e della eccitazione degli aerei trasmettenti sul grado di esattezza dei rilevamenti.

Sembra fuori dubbio che si debba ammettere che a qualche chilometro al disopra della superficie terrestre esista uno strato gassoso

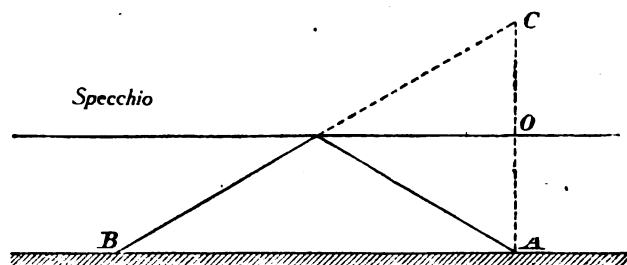



Fig. 1.

sufficientemente conduttore, tale da poter riflettere le onde elettromagnetiche irradiate da una stazione trasmettente. Questo strato viene chiamato « strato di Heaviside » dal nome del primo che formulò e giustificò l'ipotesi della sua esistenza. Applicando le solite regole dell'ottica geometrica, l'azione di questo strato può essere sostituita (fig. 1) da quella di una stazione-immagine C situata sulla perpendicolare $A\ O\ C$

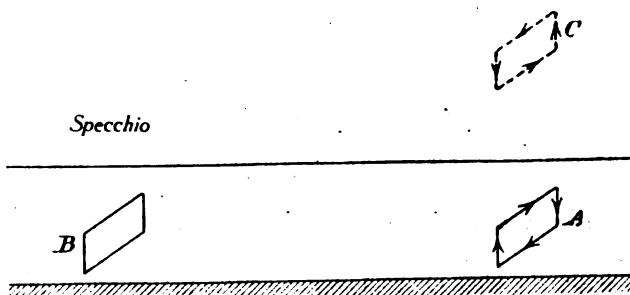
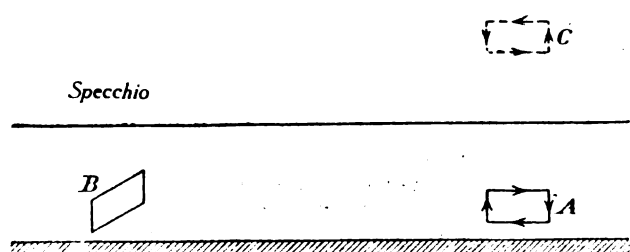



Fig. 3.

a questo strato, ad una distanza $O\ C = O\ A$, dove A rappresenta la stazione trasmettente e B la ricevente. Se supponiamo (fig. 2) un quadro trasmettente A e un quadro ricevente B, perpendicolari alla loro congiungente $A\ B$, si vede facilmente che per doppia ragione la ricezione sarebbe impossibile se non esistesse il quadro-immagine C, il quale, come è facile rendersene conto, permetterà invece la ricezione in B. Ma se questa stazione vuol determinare la direzione delle onde in arrivo, essa dovrà ruotare il suo quadro di 90° per ottenere il silenzio, cioè a dire che l'errore di rilevamento sarà di 90°. Se invece, (fig. 3) il quadro trasmettente A è diretto verso la stazione ricevente B, tanto esso, quanto la sua immagine forniranno rilevamenti esatti. Ragionando separatamente su un'antenna verticale e su un'antenna orizzontale (figg. 4, 5 e 6) l'Autore giunge alla conclusione che sono le azioni delle parti orizzontali degli aerei trasmettenti quelle che possono produrre gli errori di rilevamento.

Due metodi sono quindi applicabili, secondo la teoria esposta, per eliminare gli errori dovuti alla riflessione sullo strato di Heaviside. Il primo consiste nell'adoperare antenne trasmettenti verticali o di forma equivalente. In particolare una stazione trasmettente per radiogo-

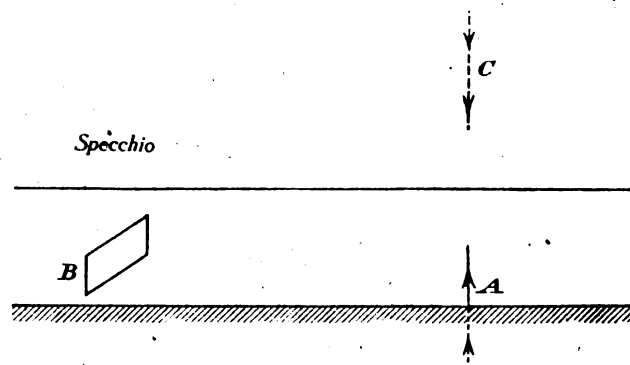
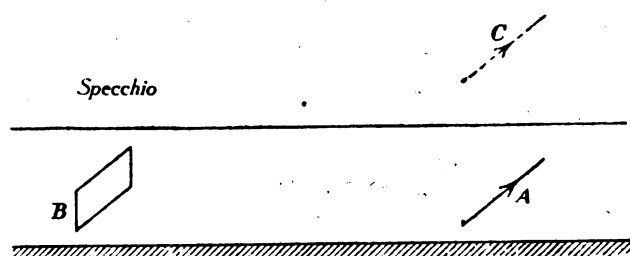
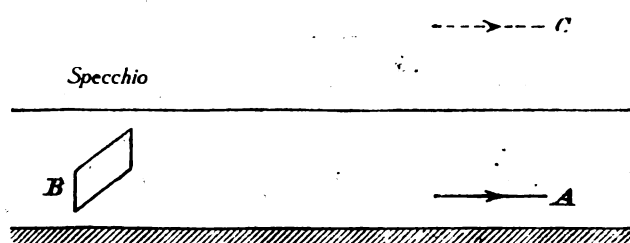



Fig. 6.

niometria dovrebbe essere costituita da una o più coppie di antenne verticali senza alcun lato orizzontale. Il secondo metodo consiste nel costruire i quadri riceventi di forma tale che l'azione risultante dei lati orizzontali sia nulla. A questa condizione soddisfano i quadri multipli di Franklin e di Weagant.

Quasi tutte le stazioni attuali possiedono aerei aventi delle parti orizzontali importanti. E' quindi naturale, secondo la teoria dell'autore, che esse forniscano tutte dei rilevamenti inesatti. E siccome quanto è più lunga l'onda adoperata, tanto più lunga è in generale la parte orizzontale dell'aereo, ne segue di conseguenza che gli errori debbano crescere con l'aumentare della lunghezza d'onda. E poichè in generale le onde persistenti adoperate in pratica sono più lunghe delle onde smorzate, gli errori ottenuti con le prime debbono essere più grandi di quelli ottenuti con le seconde.

Il fenomeno osservato nella stazione Poulsen di Horsea può essere attribuito al fatto che la corrente si distribuisce in modo differente a seconda della lunghezza d'onda sulle parti verticale e orizzontale dell'aereo. La stazione di Hannover possiede un'antenna ad ombrello, ciò che spiegherebbe, secondo la teoria, che i rilevamenti forniti da essa sono esatti. L'aereo della stazione di Malta non è noto. Il fatto che gli errori sono più grandi di notte che di giorno può essere spiegato con l'azione ionizzante delle radiazioni solari sugli strati inferiori dell'atmosfera, ciò che rende meno definito lo strato di Heaviside.

E. B.

* *

TRAZIONE.

CHARLES H. JONES — **Le sottostazioni automatiche negli impianti di trazione elettrica.** (E. R. J., 22 gennaio 1921, pag. 175 e 25 marzo 1921, pag. 596).

L'impiego delle sottostazioni automatiche si è diffuso fin quì specialmente nel servizio delle reti interurbane a piccolo e grande traffico e nelle reti di città a piccolo traffico. Per le reti urbane a denso traffico non si può affermare a priori la convenienza delle sottostazioni automatiche ed il problema va studiato caso per caso in base alle condizioni locali. In America sono stati fatti recentemente anche impianti di questo tipo e l'esperimento è seguito con interesse dai tecnici.

I vantaggi delle sottostazioni automatiche si possono riassumere come segue:

1) riduzione delle spese d'esercizio. E' questo il vantaggio più notevole ed è indipendente dalla natura del servizio al quale la sottostazione può essere adibita.

2) riduzione delle perdite d'energia in grazia all'eliminazione della marcia a vuoto. Questo vantaggio è specialmente sentito negli impianti a servizio intermittente.

3) possibilità di aumentare il numero delle sottostazioni e di ridurre perciò la lunghezza e la sezione degli alimentatori con conseguente diminuzione delle perdite in linea.

In una rete di una certa estensione l'economia di rame è sufficiente a pagare le sottostazioni in più.

4) nelle reti urbane l'aumentato numero di sottostazioni e la diminuita lunghezza delle linee di alimentazione rende meno sentiti i fenomeni di elettrolisi.

5) economia notevole nel fabbricato che, per le sue dimensioni ridotte, può trovar posto anche in località dove non potrebbe essere collocata una sottostazione ordinaria.

6) migliore sfruttamento del macchinario e possibilità quindi di impiegare unità di potenza inferiore a quelle che, per lo stesso servizio, sarebbero necessarie col servizio a mano.

Questo è molto importante per le linee interurbane che presentano punte di carico notevoli in corrispondenza agli avviamenti dei treni e carico medio basso. Sotto questo punto di vista, l'Autore prevede nell'elettrificazione ferroviaria uno dei migliori campi d'impiego delle sottostazioni automatiche, impiego che, a suo giudizio, potrà esercitare notevole influenza in favore del sistema a corrente continua rispetto ai sistemi a correnti alternate.

Un esempio pratico di queste sottostazioni si ha nell'impianto di Chicago — della North Shore & Milwaukee Railroad — che, costruito nel 1916 con sottostazioni ordinarie a intervalli di circa 20 km, si dimostrò ben presto insufficiente. Delle tre soluzioni esaminate per aumentarne la potenzialità e cioè:

aggiunta di nuove linee di alimentazione,
elevazione della tensione di linea,
istallazione di sottostazioni automatiche

venne data la preferenza a quest'ultima che risultò la più economica. A tutt'oggi sono state installate 5 sottostazioni automatiche intercalate a metà percorso fra le precedenti e gli equipaggiamenti di esse, in servizio da tre anni, hanno dato ottimi risultati. Anche in circostanze accidentali particolarmente difficili gli apparecchi hanno corrisposto altrettanto bene, se non meglio, del servizio a mano. Di regola le sottostazioni vengono ispezionate una volta al giorno ed appositi apparecchi registratori permettono di seguire in modo continuo il loro funzionamento.

In una di queste sottostazioni si sono avuti più di 33000 avviamenti il che corrisponderebbe, per una sottostazione con comandi a mano, ad un periodo di esercizio di oltre 22 anni calcolando in media 4 avviamenti giornalieri.

Il risparmio realizzato colle sottostazioni automatiche è valutato in L. 19000 (1) per stazione e per anno; cifra che riferita all'energia erogata corrisponde ad un'economia di cent. 1,43 (1) per kWh.

Su tre di queste sottostazioni vennero eseguite prove speciali per la determinazione delle perdite. Tali prove ebbero la durata di 48 ore consecutive ed i risultati sono raccolti nella seguente tabella:

	SOTTOSTAZIONE 1	2	3
POTENZA INSTALLATA	500 kW	1000 kW	300 kW
Durata complessiva dei periodi attivi	1271 min.	2310 min.	2219 min.
Durata del funzionamento in rapporto al periodo di prova	44,2 %	80,3 %	77 %
Numero degli avviamenti	69	4	26
Durata media di un periodo attivo	18,5 min.	8,6 ore	1,4 ore
Energia fornita alla sottostazione	7536 kWh	16080 kWh	4108 kWh
Energia erogata dalla sottostazione	6130 »	14218 »	3200 »
Rendimento	81,5 %	88,5 %	78 %
Carico medio in rapporto alla potenza installata	59,7 %	37,3 %	29 %
Durata di inserzione del 1° reostato	132 min.	19,3 min.	—
Durata di inserzione del 2° reostato	23 »	0,94 »	—
Perdita percentuale nei reostati	2,2 %	0,48 %	0,2 %

(1) Dollaro alla pari.

L'energia totale fornita a ciascuna sottostazione risultò distribuita nei seguenti rapporti percentuali:

	SOTTOSTAZIONE 1	2	3
Energia utilizzata al filo di contatto	81,5	88,5	78
Perdita nei reostati	1,86	0,43	0,16
Perdita nei comandi del circuito a corrente alternata — per l'inserzione	0,041	0,006	0,027
— per l'avviamento	0,016	0,0006	0,011
— durante la marcia	0,16	0,11	0,27
— per l'arresto	0,003	0,00009	0,02
Perdita nel trasformatore per i circuiti di comando	0,11	0,7	0,30
Perdita complessiva nei relais (32)	0,01	0,02	0,05
Perdita nei comandi del circuito a corrente continua	0,38	0,36	0,85
Perdita nelle convertitrici per manovre di avviamento e di inserzione sulla linea	1,04	0,02	0,34
Perdita a carico nelle convertitrici e nei trasformatori	14,88	10,48	19,99

L'Autore non vede difficoltà per l'adozione del servizio automatico in tutti gli impianti che si presentino in condizioni analoghe a quello accennato.

Attualmente sono in servizio in America 93 sottostazioni automatiche con potenze variabili da 200 a 2000 kW e con tensioni da 300 a 1500 Volt.

La potenza installata raggiunge complessivamente i 47000 kW

(g. a. r.)

*

F. W. BILLINGER — **La manutenzione nell'esercizio a trazione elettrica sulla linea Butte Anaconda & Pacific.** (E. R. J, 29-1-21, pag. 217).

La nota linea è esercita a corrente continua a 2400 Volt, da oltre sette anni, ed il traffico intenso obbliga il materiale ad un servizio alquanto gravoso.

Si fanno, ad esempio, treni di minerale di 5000 Tonn i quali, in doppia trazione, percorrono salite del 30 per mille ad una velocità media di 24 km/ora. Il materiale mobile è costituito da 28 locomotori da 80 Tonn, 4 locomotive a vapore per servizi speciali, 1176 carri merci d'acciaio e 295 veicoli in parte merci ed in parte passeggeri.

Per i servizi di manovra nelle stazioni i locomotori possono venire accoppiati con speciali carrelli a motore da 40 Tonn in guisa da formare unità più potenti di 120 Tonn.

La Società provvede alla manutenzione di tutto questo materiale con una sola officina servita da una trentina di operai fra i quali due soli elettricisti.

Il costo medio di manutenzione dei locomotori durante i sette anni d'esercizio risultò di 20 cent. (alla pari) per loc/km, mentre il costo corrispondente per la locomotiva a vapore in condizioni analoghe di servizio aveva raggiunto nel 1909 i 50 cent. per loc/km pur essendo inferiore in quel tempo il costo dei materiali e della mano d'opera.

I locomotori vengono ispezionati, di regola, ogni 30 o 40 giorni. Nei mesi d'estate e d'inverno le ispezioni vengono eseguite fuori dell'officina per evitare il formarsi di umidità in causa dei forti sbalzi di temperatura fra l'ambiente interno e l'esterno.

Si è potuto constatare che questo accorgimento ha risparmiati molti guasti agli avvolgimenti.

I cerchioni vengono ritorniti ogni 40000 km circa di percorso ed in questa occasione si visitano anche i carrelli. Per alcune parti del materiale si sono verificati dei veri records di durata; i pattini dei contattori, ad esempio, sono stati ricambiati solo nella misura del 21%. Gli ingranaggi hanno avuto una durata media di 160000 km e le spazzole dei motori di 20000 km, i collettori dei motori non sono mai stati ritorniti e presentano un'usura minima. L'organo di presa del pantografo, costituito da un cilindro cavo di acciaio di 125 mm di diametro e 610 di lunghezza rivestito di alluminio e montato su supporti a sfere ha una durata di un anno circa.

Nella tabella seguente sono indicate le cifre (1) corrispondenti ad alcuni capitoli di spesa per l'esercizio 1919.

Manutenzione (compreso il macchinario e gli accessori d'officina)	L. 0,45 per loc/km
Personale di macchina	» 0,36 » »
Servizio depositi locomotori	» 0,08 » »
Acquisto energia elettrica	» 0,48 » »
Lubrificanti	» 0,025 » »
Spese accessorie	» 0,018 » »
TOTALE	L. 1,413

La pura spesa per riparazioni ai locomotori escluse le spese per le ispezioni e per l'officina fu, come si disse, di L. 0,20 per loc/km.

(g. a. r.)

(1) Dollaro alla pari.

:: :: :: CRONACA :: :: ::

APPLICAZIONI VARIE.

Registratore elettrico dell'arresto delle macchine. (The Electrician, 11-2-21). — La Cambridge and Paul Instrument Co. ha costruito un apparecchio elettrico destinato a registrare il numero e la durata degli arresti di molte macchine funzionanti simultaneamente (fig. 1 e 2). Particolarmente interessante è questo apparecchio per le industrie tessili, essendo ovvia la grande importanza che ha il ridurre al minimo tanto il numero, quanto la durata degli arresti negli stabilimenti di tessitura.

Il principio dell'apparecchio, costruito per 50 macchine, è il seguente. Quando una macchina si ferma si chiude un circuito elettrico

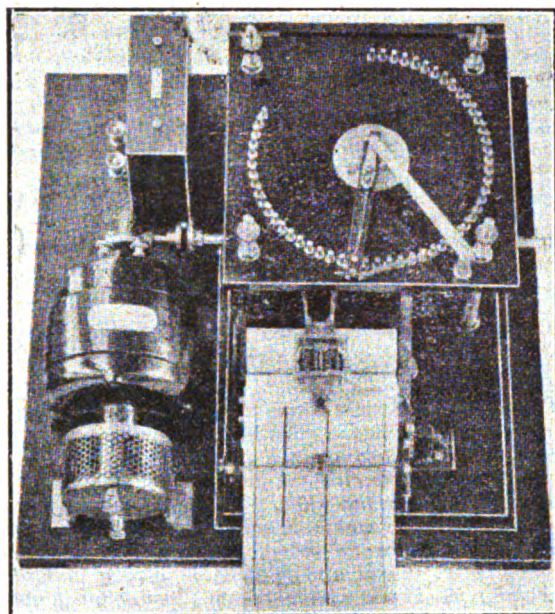



Fig. 1.

che fa capo ad uno dei 50 contatti disposti a circolo su una piastra comune che fa parte dell'apparecchio. Un commutatore rotante scorre sopra questi 50 contatti ed è mosso da un piccolo motore elettrico di 1/8 di cavallo per mezzo di una trasmissione, proporzionata in modo che esso passi successivamente sopra tutti i contatti in 6 secondi.

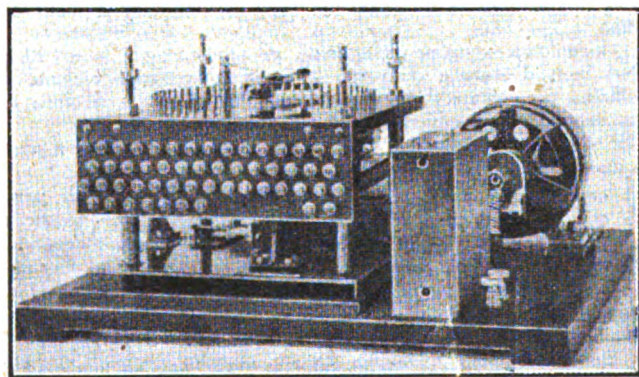



Fig. 2.

Le registrazioni vengono fatte sopra una carta continua, passante sopra un cilindro di ottone, per mezzo di una punta scrivente montata sull'estremità di un braccio mobile. Un eccentrico montato sull'asse che porta il commutatore rotante fa spostare il braccio registratore per tutta la larghezza della carta da destra a sinistra mentre il commutatore passa per i 50 contatti, e lo fa ritornare nella posizione estrema di destra prima che il commutatore ricominci il suo giro sui contatti. Se nessuno dei contatti è attivato, ossia se tutte le macchine sono in moto, la punta non tocca la carta, ma se un circuito è chiuso per effetto dell'arresto di una delle macchine, entra in funzione un elettromagnete che agisce sul braccio registratore e abbassa momentaneamente la punta, in modo da tracciare un segno sulla carta. Se il contatto è ancora chiuso al successivo passaggio del commutatore, la punta verrà di nuovo premuta sulla carta, la quale avanza di un piccolo tratto dopo ogni giro del commutatore. Quindi per tutto il tempo durante il quale una qualunque delle macchine rimane fuori servizio viene tracciata sulla carta una serie di segni formanti una linea nera continua. La carta non è graduata, ma viene fornita coll'apparecchio una scala dei tempi in celluloide, che permette di rilevare quale è la macchina che si è fermata e la durata dell'arresto. L'apparecchio registratore completo è racchiuso in una custodia di legno a vetri e il motore che lo mette in moto può essere convenientemente montato sulla stessa base dal registratore.

E. C.

APPLICAZIONI TERMICHE.

Valori della corrente da impiegare nella saldatura con elettrodi metallici. (Revue Générale de l'Electricité, 7-5-21). — Dalle notizie pubblicate da W. Spraragen sull'Electrical World circa i risultati di una serie di prove fatte su lamiere di 13 mm risulta che esse non hanno rivelato notevoli differenze, quantunque si siano impiegati differenti tipi e dimensioni di elettrodi con corrente sia continua che alternata. Il risultato essenziale fu la dimostrazione che le migliori saldature si ottengono con un'intensità di corrente piuttosto elevata. La tabella seguente indica le intensità che sembrano le più convenienti per la saldatura di lamiere di acciaio dolce. Si può impiegare lo stesso elettrodo per differenti spessori di lamiere purchè si adotti l'intensità maggiore per la lamiera di spessore maggiore. Nel caso di correnti intense, conviene procedere a intermittenze per permettere al materiale di raffreddarsi alquanto. L'autore conclude che in generale un operatore di media abilità deve lavorare preferibilmente con corrente intensa.

Intensità da impiegare nella saldatura di lamiere di acciaio dolce.

Diametro dell'elettrodo in mm	Spessore della lamiera in mm	Ampere
1,6	fino a 3,2	25–50
2.4	fino a 6,4	50–90
3.2	da 4,8 a 12,5	75–160
4	oltre 4,8	125–200
4.8	oltre 12,5	175–250

E. C.

ELETTROFISICA.

Lo stato ultraconduttore dei metalli. — Si è più volte accennato alle ricerche, che da vario tempo *Kamerlingh Onnes* conduce nell'Università di Leida sullo stato ultraconduttore dei metalli a bassissima temperatura. Sono interessanti al riguardo alcuni dati su esperienze recenti a temperature assai prossime al così detto zero assoluto (— 273° C.). Tali temperature vengono raggiunte mediante *elio* liquefatto, il quale fonde a — 269° alla pressione ordinaria, ed a — 271,5° ad una pressione ridotta, pari a 3 mm di colonna di mercurio. Si è sperimentato su fili di mercurio contenuti in tubi capillari, perchè i fili di metalli trafilati contengono sempre impurità, che falsano i risultati. Il saggio aveva a 0° una resistenza di 127,7 Ω, e anche a temperature bassissime (idrogeno liquido) tale resistenza si manteneva perfettamente misurabile. Il punto critico si è rivelato a — 268°,8, dove con un salto brusco la resistenza scese a valori non più misurabili e certamente più piccoli che 2×10^{-10} volte il valore iniziale. Non è stato finora possibile definire, se in questo stato ultraconduttore la resistenza è veramente nulla, o se il conduttore obbedisce alla legge di Ohm. Si è dimostrato possibile raggiungere densità di corrente di 1200 A/mm²; al di là di questo valore si sviluppa improvvisamente calore nel filo e lo stato ultraconduttore sparisce. Per il piombo il punto critico è — 267° e per lo stagno — 269°,22.

Un altro esperimento assai interessante è stato fatto con un piccolo rocchetto di 1000 spire di filo di piombo, il quale presentava a 0° una resistenza di 734 Ω e una costante di tempo di 0,000 014 sec. Se nello stato ultra conduttore la resistenza scendesse a 2×10^{-10} volte il valore iniziale, la costante di tempo dovrebbe salire a un giorno. Immergendo il rocchetto in un campo magnetico di 400 gauss ed allontanando poi questo campo in 10 sec., si è indotta nella spirale, portata e mantenuta nello stato ultraconduttore, una intensità di corrente di 0,6 A, la quale dopo un'ora di tempo era scesa appena di 1%, rivelando una costante di tempo di più che 4 giorni. (E. T. Z., 19-3-1921, vol. 42, N. 11, pag. 264).

MATERIALI.

Perfezionamenti nella fabbricazione della porcellana - (Le Génie Civil 9-4-21). — La Compagnie française pour l'Exploitation des Procédés Thomson-Houston ha realizzato alcuni perfezionamenti nella fabbricazione della porcellana, interessanti anche dal punto di vista elettrotecnico.

Essa ha osservato che, sostituendo alla silice nella composizione delle porcellane ordinarie alcuni ossidi opportuni, si potevano migliorare le qualità elettriche e meccaniche della porcellana in misura dipendente dalla proporzione della silice eliminata.

Fra gli ossidi refrattarii che permettono di migliorare maggiormente le qualità della porcellana, sono specialmente da notare gli ossidi di titanio e di zirconio. Non è però necessario sostituire la totalità della silice eliminata con un ossido refrattario chimicamente puro, e si possono impiegare vantaggiosamente alcuni composti, specialmente un cemento di zircite contenente 81% di ossido di zirconio e 14% di silice unitamente a ossidi di titanio, di alluminio e di ferro.

Mentre le porcellane ordinarie, immerse nell'acqua dopo un riscaldamento a circa 800°, diventano fragilissime, la stessa prova per-

mette di constatare, nelle porcellane contenenti le proporzioni volute di un ossido refrattario adatto, delle proprietà meccaniche permanenti e specialmente un modulo di rottura capace di giungere facilmente a 7400 in luogo di 4300. Per ciò che riguarda le proprietà elettriche, esse sono sensibilmente le stesse alle temperature ordinarie; e la porcellana più resistente alle temperature elevate è quella al zirconio, la cui resistenza ohmica a 280° C. raggiunge il valore di 2,43 megohm in luogo di circa 0,8 megohm.

La stabilità degli ossidi refrattarii assicura inoltre alla porcellana altri vantaggi, specialmente permettendo ad essa di mantenersi meno porosa della porcellana ordinaria, nella quale le variazioni di temperatura possono produrre cambiamenti di stato della silice.

E. C.

*

Le applicazioni elettriche dell'acetato di cellulosa - (Le Génie Civil, 16-4-21. — L'acetato di cellulosa, che ha sostituito in molte applicazioni il celluloide, sul quale presenta il grande vantaggio di non essere infiammabile, può essere vantaggiosamente impiegato anche in elettrotecnica. L'isolamento all'acetato di cellulosa può sostituire quello in seta naturale o artificiale, perchè esso, oltre che essere disciolto, può essere filato e quindi permette di ottenere non solo fili isolati con un rivestimento di acetato di cellulosa, ma anche dei fili isolati con treccia, come quelli isolati in seta.

Interessanti prove di isolamento su bobine costituite con fili di questa natura sono state fatte recentemente presso il National Physical Laboratory a Teddington.

Con una temperatura uniforme di 20° C., in aria assolutamente secca, una bobina isolata in seta presentava una resistenza di 35 milioni di megohm. Una bobina identica isolata con treccia di acetato di cellulosa presentava un isolamento di 170 milioni di megohm. La stessa bobina, immersa in una vernice di acetato di cellulosa sciolto in acetone e cloroformio, presentava un isolamento di 300 milioni di megohm.

Alla stessa temperatura e con un grado di umidità del 45%, la prima bobina offriva una resistenza di soli 180 000 megohm, la seconda di 2,5 milioni di megohm, e la terza di 10 milioni. Nell'umidità assoluta (100%) la bobina isolata in seta conservava un isolamento di 60 000 ohm, la bobina isolata in acetato di cellulosa un isolamento di 400 000 ohm, e la bobina verniciata un isolamento di 74 megohm.

Si vede quindi che, nelle varie condizioni di umidità atmosferica, l'acetato di cellulosa, nelle sue diverse forme, si comporta molto meglio della seta.

E. C.

MAGNETOFISICA.

Acciaio per magneti. — La ben nota ditta *Hadfields* ha recentemente messo in commercio una nuova serie di acciai per magneti, che presentano proprietà notevolmente superiori a quelle dei materiali fino ad oggi generalmente usati. Il più interessante è forse l'acciaio «*Permanite*» a cui si riferiscono i diagrammi in fig. 1. Di essi quello dell'induzione B in funzione del campo H è il secondo quadrante del ciclo di isteresi, mentre l'altro dà il prodotto $B \times H$ che è appunto

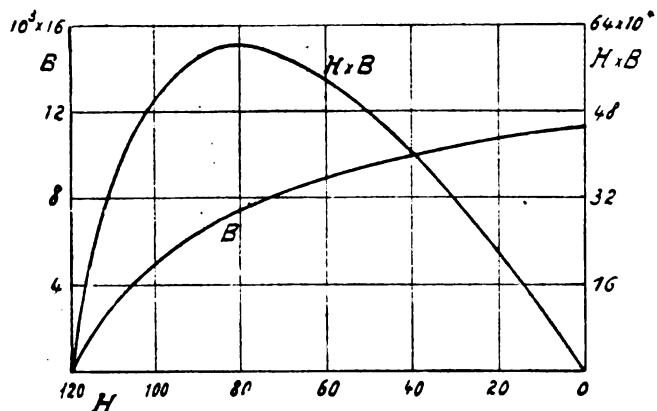



Fig. 1.

indice della permanenza del magnetismo residuo. Si rileva che quest'ultimo raggiunge il valore di 11 240 unità assolute, e il campo coercitivo quello di 119 unità assolute.

L'acciaio *permanite* è specialmente raccomandabile per magneti di accensione e in tutti i casi in cui sono da temere energiche azioni smagnetizzanti esterne. I nuovi acciai possono essere fucinati e laminati, purchè si seguano le precauzioni necessarie in genere per gli acciai magnetici al tungsteno. Anche la tempera è assai semplice, essa richiede un accurato riscaldamento a 900°, prolungato quanto occorre per ottenere completa uniformità, e poi immersione in acqua.

RADIOTELEGRAFIA E RADIOTELEFONIA.

Valvole ioniche trasmittenti di grande potenza. — Si annuncia, in maniera per ora assai vaga, che l'Ammiragliato Britannico è riuscito a far costruire un tipo brevettato di valvole ioniche, capaci di produrre potenze oscillatorie assai più considerevoli che quelle finora raggiunte con le valvole a bulbo di vetro. Sarebbe così possibile, con una o con poche valvole, mettere in giuoco la potenza oscillatoria necessaria per trasmissioni r. t. di grandissima portata. Le nuove valvole hanno il bulbo di silicio fuso; unica concessionaria per la loro costruzione, che si eseguirebbe per ora esclusivamente in favore dell'Ammiragliato, è la ditta Mullard Radio Valve Co.

TRAZIONE.

Sulla elettrificazione della Benevento-Foggia. — L'«Impresa Elettrica» dell'Aprile 1921 riproduce da «La Critica» la seguente lettera che il Direttore Generale delle Ferrovie dello Stato ha inviato in risposta all'Onorevole Spada che lo aveva sollecitato per la esecuzione degli impianti di trazione elettrica sulla linea Benevento-Foggia.

«*Le Ferrovie dello Stato hanno da tempo proposta l'applicazione* «*della trazione elettrica sulla predetta linea Benevento-Foggia. Se*«*nonchè, mentre l'amministrazione ferroviaria aveva proposto che i* «*lavori fossero iniziati al più presto, seguendo le modalità ed i sistemi* «*adottati per le linee dell'Italia settentrionale, la seconda Sezione del* «*Consiglio Superiore delle Acque che, a sensi delle disposizioni vi*«*genti, deve essere sentita per tutto quanto riguarda i programmi di* «*elettrificazione, ritenne che su tale linea dovesse essere fatto un espe*«*rimento di trazione con corrente continua ad alta tensione, esperi*«*mento che le ferrovie avevano invece proposto di fare su di una* «*linea dove la necessità della elettrificazione fosse meno urgente e* «*precisamente sulla linea Messina-Catania.*

«*Così stando le cose, è inevitabile che la elettrificazione della* «*Benevento-Foggia debba subire qualche ritardo poichè, per non an*«*dare incontro ad insuccessi, occorre studiare con cura le modalità* «*del tipo di impianto nuovo in Italia*».

«*Speciali difficoltà esistono nei riguardi del tipo di locomotore* «*da adottarsi, in quanto che i locomotori a corrente continua ad alta* «*tensione, sinora costruiti, hanno un peso eccessivo per poter circolare* «*sulla Benevento-Foggia che, come è noto, sia per l'armamento e* «*sia più specialmente per la limitata resistenza dei molteplici ponti* «*metallici, richiede l'uso di locomotori leggeri, quali ad es., sono quel*«*li del sistema trifase in uso nelle linee dell'Italia Settentrionale*».

«*Mentre avrei sommamente gradito di poter dare in merito alla* «*S. V. On. migliori assicurazioni, devo nel contempo rilevare che* «*non può certamente attribuirsi all'amministrazione ferroviaria il ri*«*tardo che si conseguirà nella elettrificazione della Benevento-Foggia,* «*per l'attuazione dell'esperimento di trazione elettrica con corrente con*«*tinua ad alta tensione*».

«*Aggiungo anche che l'amministrazione ferroviaria, rendendosi* «*conto della necessità e della convenienza di addivenire subito alla* «*elettrificazione della Benevento-Foggia, cercherà con ogni mezzo* «*di sollecitare i lavori, i quali però sarebbero di assai più rapida at*«*tuazione se si fosse consentito di adottare il sistema trifase in uso* «*nelle linee dell'Italia Settentrionale*».

Se la «Critica» commenta questa lettera chiamandola «graziosa corbellatura» ideata per iscusare fin d'ora qualunque ritardo nell'elettrificazione delle ferrovie dell'Italia meridionale, noi non possiamo esimerci dal rilevare con preoccupazione due fatti: il pertinace e geloso attaccamento dell'amministrazione ferroviaria al sistema trifase e il pericolo di un contrasto tra essa e il Consiglio Superiore delle Acque.

Il grave e lungo dibattito sul sistema di trazione elettrica, che tanto appassionò i tecnici italiani, è stato, come i lettori ricordano, risolto dal Consiglio Superiore delle Acque nel senso di dividere l'Italia in due zone mediante la linea Pisa-Firenze-Faenza e di adottare il sistema trifase a nord, quello a corrente continua a sud. Ed ecco che questa decisione apparisce ora avversata dalle FF. SS. a malgrado dell'approvazione unanime del Consiglio Superiore e quindi anche dei rappresentanti ferroviari che esso accoglie, fra cui il Direttore Generale dell'elettrificazione ferroviaria.

Anche a noi parve a suo tempo un po' troppo semplicista la decisione salomonica di tagliare l'Italia in due zone nei riguardi della elettrificazione ferroviaria, ma ci rendemmo ben conto delle enormi difficoltà pratiche che avrebbero incontrato altre soluzioni, forse più razionali in se stesse. Perciò pareva ormai che, di fronte alla necessità di fare, ogni dissenso dovesse essere sopito e che la più operosa buona volontà dovesse animare l'Amministrazione Ferroviaria a mettersi finalmente all'opera. La lettera del Direttore Generale delle FF. SS. minaccia di frustare tali legittime speranze.

Ed è solo per queso motivo che, a costo di essere ancora una volta ingiustamente tacciati di partigianeria nella questione del sistema, noi riteniamo doveroso richiamare l'attenzione dei tecnici italiani e dell'opinione pubblica sull'atteggiamento delle FF. SS., che ci sembra possa mancare a vuoto molti dei benefici che il Paese pazientemente attende dalla elettrificazione ferroviaria.

La lettera che abbiamo riportato potrebbe far credere che l'elettrificazione col sistema trifase proceda con la più invidiabile sollecitudine; ma chi ignora per contro con quale esasperante lentezza si trascini ormai, non da anni ma da lustri, la Torino-Ronco? E, nei riguardi degli spunti tecnici contenuti nella lettera, chi ignora ormai le autorevoli testimonianze che dimostrano come, a parità di servizio, i locomotori a corrente continua non pesino più di quelli trifasi e come d'altra parte per questi ultimi le stesse FF. SS. si siano convinte della

necessità di adottare tipi meno leggeri? Tutto fa ritenere che se l'armamento e i manufatti della Benevento-Foggia non possono portare i locomotori a corrente continua essi non porterebbero neppur quelli trifasi; e che l'affermazione contraria delle FF. SS. non è quindi altro se non un artificio polemico.

Ma, come dicevamo in principio, più che il fatto singolo ci sembrano gravi e preoccupanti la manifestazione di un contrasto di vedute tra FF. SS. e Consiglio Superiore delle Acque e la palese intenzione di svalutare l'autorità di quest'ultimo. Se esso ha, come crediamo, una concreta responsabilità nella soluzione per ora appena faticosamente avviata, del grande problema nazionale dell'elettrificazione, deve pure aver modo ed essere capace di ottenere, che gli organi esecutivi l'assecondino con buona fede e con buona volontà. E se, come pare, alle FF. SS. troppo ripugna occuparsi direttamente di elettrificazioni non trifasi, il rimedio c'è ed è fin troppo ovvio. Basterà rivolgersi all'industria privata ponendo condizioni ragionevoli e non si avrà che l'imbarazzo della scelta.

VARIE.

Per un'efficace collaborazione alle riviste tecniche. — Le redazioni di oltre 70 periodici tedeschi si sono trovate d'accordo nel formulare le seguenti norme per chi invia contribuiti alla stampa tecnica. Noi le raccomandiamo caldamente a tutti i nostri collaboratori, come il miglior mezzo per aiutarci nell'opera volonterosa ed assidua che noi diamo a migliorare continuamente, per quanto le nostre modeste forze ci consentono, il giornale dell'A. E. I. e ad accrescerne l'utilità per i lettori e l'autorità e il prestigio nel mondo tecnico internazionale.

1) Prima di cominciare un lavoro tecnico scientifico informarsi con precisione su quanto è già stato scritto sullo stesso argomento.

2) Tracciarsi uno schema completo della trattazione e dividerla chiaramente nelle sue singole parti. Inviare l'originale pronto per la stampa, possibilmente scritto a macchina e su una sola faccia: manoscritti illeggibili e variazioni del testo sulle bozze accrescono notevolmente il costo.

3) Contenere la esposizione nei limiti più ristretti, evitare l'uso di parole straniere e curare la correttezza dello stile; evitare lunghe introduzioni e inutili sviluppi e passaggi. Se una breve, ma precisa indicazione delle fonti relative ad altri lavori non è sufficiente, darne un breve estratto.

4) Sostituire lunghe descrizioni con diagrammi e figure, in quanto permettono grande risparmio di spazio. Non tralasciare nei diagrammi le scale e i valori numerici. Brevi leggende sotto le figure ne aumentano il pregio e fanno risparmiare lunghe esposizioni.

5) Inviare soltanto figure adatte per la riproduzione, eliminando ogni parte superflua o già nota e fissando solo ciò che è sostanziale. Inviare disegni già pronti per la stampa solo dopo accordi con la redazione circa le modalità a cui attenersi. Se le figure sono già state pubblicate altrove dare al riguardo precise indicazioni.

6) Considerare con buona volontà le proposte di accorciamento da parte della redazione. Tanto più corto è l'articolo, tanto maggiore è la sua efficacia e tanto più facile la sua sollecita pubblicazione.

7) Prima di inviare lettere alla redazione o altri spunti di discussione su un lavoro già pubblicato cercare di intendersi coll'Autore direttamente o per il tramite della redazione.

8) Non offrir mai il lavoro a più di un periodico, rivolgersi a un secondo solo quando il primo ha declinato l'offerta. Compilare le eventuali successive pubblicazioni del medesimo lavoro solo sotto forma di brevi riassunti.

:: LIBRI E PUBBLICAZIONI ::

G. DELLA SANTA. — *Manuale pratico del Radiotelegrafista* (Manuali Hoepli - Milano, 1921 - un vol. in 16° legato in cartone - pag. 171, fig. 82, prezzo L. 6.50).

L'A. si è proposto di scrivere per gli aspiranti al brevetto internazionale di radiotelegrafista di seconda classe un manualetto, che non presupponga nei suoi lettori una cultura superiore a quella corrispondente alla licenza elementare.

Il libretto comprende dapprima parziali richiami di chimica e fisica, poi nozioni di elettrotecnica e radiotelegrafia ed infine sommarie istruzioni sul servizio r. t. con un'appendice sulla radiotelegrafia per dilettanti.

Dati gl'intenti modestissimi del manualetto, non si può certo pretendere da esso una trattazione ampia e del tutto rigorosa dei vari argomenti. Tuttavia esso lascia sensibilmente a desiderare anche nei riguardi della chiarezza e della precisione che dovrebbero essere tanto più curate, quanto più limitata è la preparazione dei lettori. Non mancano alcune ingenuità come ad es. (pag. 48) « Carica degli accumulatori. Una batteria di accumulatori si può caricare tanto con la corrente dell'illuminazione pubblica, quanto con una buona pila ». Ma assai più gravi sono alcuni grossolani errori come per es. quelli accumulati nel brevissimo paragr. 32 destinato alle unità di misura e intitolato erroneamente alle « Misure principali elettriche ». Bastino al riguardo queste citazioni (pag. 50 - 51 - 52): « *Volt*: il Volt (o Volta) è l'unità di misura della differenza di potenziale o forza elettromotrice. Rappresenta in altri termini la forza elettromotrice di un elemento Daniell ......

L'Henry è l'unità assoluta teorica di autoinduzione e corrisponde a tante unità assolute teoriche quanta è la lunghezza del quadrante terrestre espresso in centimetri.

Watt: *Il lavoro*, che si ricava da una corrente elettrica, dipende dalla intensità della corrente stessa e dalla d. d. p. cioè dall'amperaggio e dal voltaggio. Questo *lavoro* o *potenza* si misura in Watt o in Kilowatt.... ».

Ma pur tralasciando numerose altre citazioni, non si può tacere che assai più lunga sarebbe la lista delle lacune riscontrate, ossia degli argomenti di importanza sostanziale per un operatore r. t., che non sono neppure accennati in questo libretto e che, con una compilazione più accurata e con una conoscenza più matura dell'argomento da parte dell'Autore, avrebbero potuto e dovuto trovarvi posto, pur senza accrescerne la mole.

Nel complesso non può dirsi che il manuale raggiunga efficacemente lo scopo che l'A. si era prefisso; non resta quindi che augurare miglior successo ad un altro tentativo ed attendere che un buon « Manuale pratico del radiotelegrafista » compaia finalmente davvero.

PUBBLICAZIONI RICEVUTE

T. F. WALL. — *Electrical Engineering*. - Methuen e Co. Ltd. Publishers, 36 Essex Street London W. C. 2. Pag. 491 - prezzo 21 scellini.

ING. SERAFINO DE CAPITANI DA VIMERCATE. — *La statistica grafica applicata alle costruzioni civili - industriali - stradali - ferroviarie ed idrauliche*. - Trattato teorico-pratico ad uso degli Ingegneri progettisti e degli studenti di Ingegneria, con esercizi ed applicazioni numeriche, — Ulrico Hoepli, Milano, 1921 - prezzo L. 48.

Associazione Elettrotecnica Italiana

Eretta in Ente morale il 3 Febbraio 1910

Notizie delle Sezioni

SEZIONE DI GENOVA.

Nella Seduta di Consiglio del 29 Maggio u. s. è stato nominato Segretario l'Ing. *Cantù Alberto* in sostituzione dell'Ing. Bonanni Cornelio, dimissionario.

★

SEZIONE DI ROMA.

Riunione del 4 giugno 1921.

Il *Presidente* prof. *Bordoni* dà il benvenuto ai nuovi soci individuali: *Guidotti* Ing. Guido, *Randi* Ing. Giulio, *Angelucci* Ing. Giuseppe, *Bordoni* Ing. Ferdinando, *Albertazzi* Ing. Domenico, *Casillo* Vincenzo, *Fontana* Mario, *Fratellani* Augusto, *Malizia* Ing. Anselmo e al nuovo socio Collettivo l'*Istituto Nazionale d'istruzione professionale*.

Dà poi la parola all'Ing. *D. Civita*, il quale svolge una assai interessante Conferenza sopra « *Il problema della utilizzazione dei combustibili nazionali* », la quale sarà pubblicata prossimamente nel Giornale.

Segue una discussione, cui prendono parte vari soci. Si procede poi alla elezione di un Consigliere Delegato al Consiglio Generale, in sostituzione dell'ing. Marchesi, eletto già Vice-Presidente della Sezione, e viene eletto all'unanimità l'ing. *Motti* Francesco.

La seduta è tolta alle ore 24.

I Soci vitalizî o perpetui sono i più benemeriti della Associazione. .. ..

DESCHI GIOVANNI FU GIOVANNI, *gerente responsabile* ARTI GRAFICHE VARESINE - VARESE

VOL. VIII (XXV degli Atti) 5 Luglio 1921 N. 19

L'ELETTROTECNICA

GIORNALE ED ATTI DELLA

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

REDAZIONE ED AMMINISTRAZIONE: VIA SAN PAOLO, 10 - MILANO - TELEFONO N. 20-86

REDATTORE CAPO: A. BARBAGELATA - REDATTORI U. BORDONI - M. SEMENZA - G. VALLAURI

È GRADITA LA COLLABORAZIONE DEI LETTORI - GLI ARTICOLI DI INTERESSE GENERALE ACCETTATI DALLA REDAZIONE SONO COMPENSATI

I MANOSCRITTI NON SI RESTITUISCONO

Il prossimo Congresso in Sicilia.

Alle notizie sommarie pubblicate subito dopo il Consiglio Generale dello scorso Aprile, siamo lieti di poter far seguire oggi il programma preliminare della XXVI Riunione Sociale che si terrà in Sicilia nella prima settimana del prossimo ottobre. Per quanto preliminare, il programma — riportato nella parte ufficiale — è di fatto già molto particolareggiato ed i consoci potranno da esso vedere quali e quante attrattive offrirà la prossima Riunione, e con quale spirito di ospitalità si preparino a riceverci i nostri colleghi siciliani.

Anche per la parte tecnica l'organizzazione del Congresso è già a buon punto e su di essa contiamo di ritornare nei prossimi numeri, nei quali ci occuperemo pure delle altre importanti iniziative in corso di effettuazione o già concretate per opera della solerte nuova Presidenza Generale. Qui intanto sollecitiamo nuovamente gli interessati ad inviare al più presto il testo dei lavori da presentarsi al Congresso, ricordando che è ferma (e lodevolissima) intenzione della Presidenza di non accettare comunicazioni che giungessero dopo la metà del prossimo agosto.

Sulle grandi linee di trasmissioni.

La discussione sui calcoli di massimo tornaconto applicati alla calcolazione elettrica delle grandi linee, iniziatasi colla comunicazione dei Consoci Fascetti e Melinossi, alla Sezione di Livorno, continua a svilupparsi in questo numero. A Roma infatti il Prof. REVESSI, che già ebbe a presentare nei passati anni alcuni suoi metodi e concetti originali per il calcolo delle lunghe linee, ha mostrato come su tali concetti si possa impostare la ricerca delle caratteristiche di massima convenienza per una linea. Pubblichiamo più avanti il testo della interessante comunicazione insieme con quello della discussione che la seguì, per opera specialmente dei colleghi Fano e Del Buono. Poichè altri scritti sullo stesso argomento dovremo pubblicare nei prossimi numeri, avremo occasione di ritornare per conto nostro sulla questione; ma non possiamo intanto non rilevare la forza delle considerazioni di carattere generale toccate dal Fano a Roma ed ora più esplicitamente espresse dall'Ing. MARIO ASCOLI in una lettera alla redazione che pure compare in questo numero.

La questione delle tariffe.

Lo studio dell'Ing. Cesàri pubblicato il 25 Maggio u. s. ci ha procurato una interessante lettera di un collega particolarmente competente: l'Ing. NORSA. Pubblichiamo la lettera con la risposta del CESÀRI e le additiamo quì particolarmente ai lettori per la ragione già accennata in occasione della prima pubblicazione. Come rileva anche il Cesàri, la tendenza ad una semplificazione, ad una normalizzazione delle tariffe di vendita dell'energia, si va da più parti delineando: se sia un bene od un male non vogliamo oggi dire; ma è da desiderarsi che la discussione si allarghi, che gli interessati ed i competenti esprimano il loro modo di vedere, in modo da preparare il terreno per il giorno, forse non lontano, in cui l'A. E. I. dovesse ufficialmente occuparsi della questione.

Comportamento dei motori a induzione con tensione e frequenza anormali.

Riprendendo un argomento che ha sempre interessato gli elettrotecnici, l'Ing. CARLEVARO ha esposto alla sezione di Napoli le ricerche analitiche e sperimentali da lui eseguite per determinare il comportamento degli ordinari motori ad induzione quando tensione e frequenza di alimentazione scendano sotto il valore normale, ed ha riassunto i frutti delle sue ricerche in alcuni diagrammi interessanti anche se vengono a confermare quanto sostanzialmente era noto da tempo.

LA REDAZIONE.

STUDI SULLE TRASMISSIONI: V. - ELEMENTI PER UN RAZIONALE DIMENSIONAMENTO DELLE LINEE

Prof. G. REVESSI

Comunicazione alla Sezione di Roma

Aprile 1921

Lo spunto per questo nuovo lavoro mi è stato offerto dalla Relazione comunicata al recente Congresso di Roma da alcuni Colleghi della Sezione di Livorno (1); essa mi ha confermato infatti nell'impressione, che nello studio delle grandi trasmissioni si sia ancora costretti, anche da parte di coloro che hanno più occasione di occuparsi di questo problema, a procedere quasi unicamente per tentativi, metodo che può non essere il più indicato per trovare la soluzione più conveniente. Così si spiega, che autori non meno competenti, quale ad esempio fra i più recenti T. A. Worcester (2), vengano su punti fondamentali a conclusioni sostanzialmente diverse.

Perciò mi sono proposto di esaminare, se dalle leggi, che governano il funzionamento di una trasmissione ad altissima tensione, non sia possibile di trarre una guida ad un più diretto e più sicuro dimensionamento di una trasmissione; stimavo infatti intuitivo, che a un tal risultato non si potesse giungere senza tener conto dei fenomeni insiti al funzionamento di un tal tipo di linea, e che sono nel miglior modo riassunti nei diagrammi di marcia a vuoto e di corto circuito, mentre l'applicazione di leggi più generali, o addirittura estranee al funzionamento stesso, avrebbe potuto se mai limitare le soluzioni fondate sul particolare comportamento delle trasmissioni, ma non permettere di trascurare il particolare meccanismo di questo funzionamento.

Ho così trascurato affatto la regola economica di Thomson, che la Commissione livornese ha invece invocato, anche perchè essa è stata formulata ai suoi tempi nell'ipotesi fondamentale, in questo caso neanche lontanamente verificata, che la corrente rimanga la stessa lungo tutta la linea, che essa sia proporzionale al carico, che in particolare sia zero a vuoto; ho mantenuto la considerazione della tensione critica, dipendente dal fenomeno della corona, ma unicamente per limitare quelle tensioni di esercizio, che la considerazione del funzionamento proprio della trasmissione mi avesse eventualmente determinato in un valore eccessivo.

E' evidente, che la prima condizione, cui una linea di trasmissione deve soddisfare, è quella di poter funzionare in maniera tecnicamente soddisfacente, e che questa condizione è soddisfatta, quando la caduta di tensione lungo la linea e la corrente a vuoto non superino certi limiti convenientemente commisurati alla tensione di esercizio e alla corrente di pieno carico; ma la caduta di tensione è strettamente connessa col fattore di potenza del carico, di cui in una trattazione generale del problema conviene invece poter fare astrazione, e d'altra parte, più che la caduta di tensione, interessa l'ampiezza dell'escursione della tensione di alimentazione della linea nel passaggio da vuoto a pieno carico necessaria a mantenere costante la tensione utile E; questa ampiezza coincide nelle condizioni di carico più sfavorevoli appunto colla tensione di corto circuito, che in precedenti miei lavori sull'argomento (3), di cui lo scritto attuale può considerarsi un'appendice, ho indicato col prodotto di ε tensione per un ampere di corto circuito per la corrente erogata J; ho indicato poi dualmente la corrente a vuoto col prodotto di j, corrente per

(1) *L'Elettrotecnica*, 1921, vol. VIII, pag. 22.

(2) G. E. R. 1919, pag. 880 - v. a. *L'Elettrotecnica*, 1920, vol. VI, pag. 617.

un volt di tensione a vuoto per la tensione utile E mantenuta all'estremità della linea.

Necessario a notare per evitare possibili equivoci, pericolosi specialmente nel caso di concrete applicazioni numeriche, che quanto indicato finora e quanto trattato in seguito si riferisce sempre a una sola fase di una trasmissione trifasica, e che in particolare, salvo avviso in contrario si tratta sempre di tensioni stellate.

Il regolare funzionamento della trasmissione può allora essere razionalmente subordinato alla condizione, che sia

$$\varepsilon_c\, J = \frac{E}{p} \quad \text{e} \quad j_o\, E = \frac{J}{q} \qquad (1)$$

i valori assunti per p e per q misurando in certo modo il merito intrinseco della trasmissione, e rappresentando, come si vedrà anche meglio nell'ultima parte di questo scritto, l'essenza del funzionamento della trasmissione, colla possibilità di giudicare senza esitazione in confronto a trasmissioni caratterizzate da coefficienti numericamente diversi; data la loro importanza fondamentale occorre dar loro un nome, che ne ricordi, almeno elitticamente, il significato: chiamerò p « coefficiente di tensione » e q « coefficiente di corrente ».

L'ingresso della trasmissione nella sottostazione d'arrivo equivale per questa ai morsetti del generatore, è naturale quindi, che la potenzialità della trasmissione sia definita dalla potenza apparente in Volt-Ampere, che essa può essere chiamata ad erogare

$$P_a = E\, J\, ,$$

ciò che consiglia di definire i coefficienti di tensione e di corrente mediante le relazioni

$$p = \frac{P_a}{\varepsilon_c\, J^2} \quad \text{e} \quad q = \frac{P_a}{j_o\, E^2} \qquad (2)$$

cioè come i rapporti dei Volt-Ampere erogati ai Volt-Ampere di corto circuito e ai Volt-Ampere di marcia a vuoto.

Combinando le due precedenti relazioni, e tenendo ulteriormente conto che il rapporto fra la tensione di corto circuito per Ampere ε_c e la corrente a vuoto per Volt j_o è eguale al rapporto fra la impedenza kilometrica della linea Z e la ammittanza kilometrica della medesima Y ([4]), risulta immediatamente

$$\frac{E}{J} = \sqrt{\frac{p}{q}\frac{Z}{Y}} = K\, . \qquad (3)$$

rapporto K che deve dunque sussistere tra la tensione utile E e la corrente erogata J d'una linea avente determinati valori di Z e di Y affinchè i Volt-Ampere di corto circuito stieno ai Volt-Ampere di marcia a vuoto nel rapporto q/p.

Assegnata la potenza apparente da erogare P_a, risulta dalla precedente quale tensione utile di esercizio

$$E = \sqrt{K\, P_a} \qquad (4)$$

ciò che non esclude, che questa tensione non sia in pratica consentita dai limiti imposti dalla tensione critica pertinente alla linea in dipendenza del fenomeno della corona, limiti, che dai noti studi di F. W. Peek ([5]) possono essere definiti, rispettivamente per il caso di fili o di corde metalliche, dalle relazioni seguenti, di forma opportuna anche per le esigenze mnemmoniche,

$$E = 20\,000\; d \lg \frac{2D}{d}\, , \qquad E = 18\,000\; d \lg \frac{2D}{d}\, . \qquad (5)$$

dove d è il diametro del conduttore in cm e D la distanza tra un conduttore e l'altro.

E' allora il caso di conoscere la potenza apparente massima, che per un dato valore di K, cioè per una data linea e un dato rapporto q/p, si può in dipendenza del fenomeno della corona ancora erogare, quesito sciolto dalla relazione

$$P_a = \frac{E^2}{K} \qquad (6)$$

Eccezionalmente, poichè è difficile che nella pratica questo secondo limite arrivi ad entrare in giuoco, si può aver bisogno di conoscere la potenza apparente massima, che per un dato valore di K può essere erogata senza superare, agli effetti del riscaldamento, la corrente fissata dalle « Norme » per la corrispondente sezione del conduttore; a ciò risponde la

$$P_a = J^2\, K \qquad (7)$$

Finora non si è trattato che di rapporto tra i Volt-Ampere di corto circuito e i Volt-Ampere di marcia a vuoto; per limitarne l'entità in confronto ai Volt-Ampere erogati, occorre introdurre ulteriormente la lunghezza della trasmissione l in km; identificata allora la tensione di corto circuito per un ampere ε_c semplicemente col prodotto $Z\,l$ e la corrente a vuoto per un volt j_o col prodotto $Y\,l$, le espressioni più approssimate differendo da quelle ora impiegate di un percento così piccolo da non avere per queste considerazioni alcun peso, è evidente, che la distanza l a cui possono essere erogati i Volt-Ampere $E\,J$, in modo che restino limitati nella maniera prefissa i Volt-Ampere di corto circuito e quelli di marcia a vuoto, deve soddisfare contemporaneamente alle relazioni seguenti, facilmente deducibili dalle 1)

$$Z\, l\, J = \frac{E}{p} \quad \text{e} \quad Y\, l\, E = \frac{J}{q}\, , \qquad (8)$$

da cui

$$l = \sqrt{\frac{1}{p\, q\, Z\, Y}} \qquad (9)$$

Per dedurre da questi risultati un primo gruppo di utili conclusioni è necessario intendersi sui valori da dare in pratica ai coefficienti di tensione e di corrente; non credo di andare molto lontano dal vero affermando, che sarebbe desiderabile per un funzionamento del tutto soddisfacente d'una trasmissione, che la tensione di corto circuito non superasse 1/8 della tensione utile E, e la corrente a vuoto 1/3 della corrente erogata a pieno carico J. Un'osservazione ulteriore richiede inoltre il calcolo dell'ammittanza per kilometro Y. La maggioranza degli autori vi annulla infatti la conduttanza di dispersione g, mentre io ritengo, che, specie per lunghissime trasmissioni, come quelle di cui ora trattiamo, gli inevitabili tratti in montagna o in riva al mare sieno più o meno esposti a condizioni climatiche tali da escludere un così perfetto isolamento, e da abbassare anche la tensione critica per l'effetto corona eventualmente al di sotto della tensione di esercizio in dipendenza anche dell'ampiezza dell'escursione di quest'ultima nel tempo e lungo la linea; per tenere di tutto ciò un certo calcolo mi sembra prudente introdurre nel computo dell'ammittanza Y una conduttanza di dispersione g diversa da zero e pari almeno a 10^{-6} Mho per km.

Ciò premesso alla frequenza di 50 periodi una terna di fili di rame da 35 mmq con 2 m di distanza tra filo e filo non può essere sotto le condizioni anzidette impiegata che per una distanza massima di 148 km, la tensione massima compatibile colla corona risulta di 37 000 Volt (64 000 concatenati), la potenza apparente che la trasmissione può erogare, è quindi di 1760 kVA per fase, cioè in tutto di 5300.

Una terna di fili di rame da 50 mmq colla distanza di 3 m tra filo e filo può raggiungere una distanza di 164 km, può sostenere una tensione di 46 000 Volt (80 000 concatenati) ed erogare 3750 kVA per fase, cioè complessivamente 11 250.

Una terna di corde di rame da 95 mmq con 4 m di distanziamento, può raggiungere 180 km, reggere a 64 000 Volt (110 000 concatenati), erogare 6370 kVA per fase, cioè 10 000 complessivamente.

Una terna finalmente di corda di rame da 150 mmq con 6 m di distanza fra i conduttori arriva a 185 km, sostiene una tensione di 82 300 Volt (142 000 concatenati), eroga 10 600 kVA per fase e quindi 32 000 in tutto.

Qualcuno, rilevando come in pratica le distanze ora affermate sieno state spesso superate di gran lunga, potrebbe dubitare della attendibilità di questi risultati, che, pur soltanto come approssimati, corrispondono però al vero. Non è detto infatti, che non si possano superare distanze anche molto maggiori; l'espediente più semplice, ma tutto a scapito del buon funzionamento della trasmissione, consiste nel consentire coefficienti di tensione e di corrente minori di quelli assegnati nei computi precedenti.

Così riducendo i due coefficienti rispettivamente a 6 e a 2 la distanza superabile colla terna da 150 mmq prima considerata passa da 185 a 262 km; non aumenta però la tensione d'esercizio, perchè limitata dalla stessa tensione critica, anzi dovrebbe di qualche cosa essere diminuita per il più sensibile scarto di tensione da valle a monte; resta invece diminuita, sebbene di poco, la potenza apparente erogata, che si riduce a 10 000 kVA per fase, e quindi a 30 000 in tutto.

Nessun guadagno apporta, per quanto riguarda la distanza, la sostituzione dell'alluminio al rame fatta a parità di resistenza kilometrica, in quanto, pure diminuendo l'autoinduzione coll'aumentato diametro della corda, aumenta la capacità, e il prodotto della impedenza Z per l'ammittanza Y praticamente non varia, restando ancora infatti la distanza 185 km come prima; il guadagno sta nell'aumento della tensione critica e nella possibilità quindi di portare la tensione di esercizio a 105 000 Volt (182 000 concatenati), a parte, s'intende, la difficoltà di realizzare una tale tensione, e l'altra di sistemare una

([3]) Studi sulle trasmissioni: II - Il calcolo delle grandi linee – *L'Elettrotecnica* 1915, vol. II, pag 482. — IV - Ancora sul calcolo delle grandi linee – *L'Elettrotecnica* 1916, vol. III, pag. 151.

([4]) Studi sulle trasmissioni: IV, l. c.

([5]) *The Electrician*, 1912, vol. LXXX, pag. 180.

linea con conduttori di alluminio di più di due centimetri di diametro; la potenza apparente erogata potrebbe con ciò salire a 18 000 kVA per fase e quindi in tutto a ben 54 000.

Il vero rimedio, di gran lunga più efficace e più razionale degli espedienti finora considerati, consiste nell'impiego di una frequenza minore, questa sostituzione avendo naturalmente effetto tanto più sensibile, quanto maggiore è il peso della reattanza su quello della resistenza, e quindi si presenta sopratutto vantaggiosa per le grandi sezioni dei conduttori.

Così applicando la frequenza di 16 periodi la terna di fili da 35 mmq prima considerata arriva a coprire 242 km; resta naturalmente inalterata la tensione di esercizio di 37 000 Volt (64 000 concatenati), e a maggior ragione, che nel caso in cui si ebbe ricorso alla riduzione dei coefficienti di tensione e di corrente, in quanto la eventuale perdita per effetto corona tende già di per sè a diminuire, essendo per sua natura proporzionale alla frequenza, ciò che permette di avvicinarsi con minor timore di danno alla tensione critica; si riducono ciò malgrado i Volt-Ampere erogati a 1325 kVA per fase, e cioè a 4000 in tutto.

La terna in corda di rame da 150 mmq raggiunge coll'impiego della nuova frequenza 422 km, mentre resta, come nel caso precedente, inalterata la tensione a 82 300 Volt (142 000 concatenati); la potenza apparente erogata aumenta di poco, raggiungendo 11 200 kVA per fase, e cioè complessivamente 34 000 kVA.

L'impiego di una particolare frequenza in trasmissioni destinate, come presumibilmente spesso in avvenire, a collegare impianti lontani e diversi anche eventualmente per la loro frequenza non deve forse troppo impensierire, anche perchè potrà eventualmente rappresentare la vera soluzione pratica dello spinoso problema dell'unificazione delle frequenze; ho applicato poi a questi esempi il valore particolare di 16 periodi, in quanto una tale frequenza, avuto riguardo all'elettrificazione delle ferrovie col sistema trifase, potrebbe utilmente essere impiegata nelle grandi trasmissioni interregionali.

*

I risultati finora esposti già mostrano la notevole utilità pratica delle concezioni quì svolte; da esse non sarebbe però tratto tutto il succo, che se ne può spremere, se non ne ricavassi un metodo diretto di dimensionamento razionale di una trasmissione, della quale sieno dati, com'è generalmente il caso, lunghezza e Volt-Ampere da erogare; ben'inteso, che le incognite sono tante, e che le limitazioni a cui parecchie di esse sono sottoposte, sono così varie, che non è possibile giungere direttamente proprio a un dimensionamento definitivo, ma piuttosto a un dimensionamento provvisorio e preliminare, dal quale si può poi agevolmente passare a quello di possibile reale attuazione.

Per cominciare, la frequenza o è imposta dalle circostanze, o può essere liberamente scelta, e preferibilmente allora sui 16 periodi; in dipendenza c'è una prima incognita, l'ammittanza kilometrica Y, che varia per una data frequenza entro limiti così ristretti da poter essere provvisoriamente assunta in funzione soltanto della frequenza adottata; così per i cinque tipi di terne considerati in precedenza la Y varia per 50 periodi fra 2,82 e $2{,}94 \times 10^{-6}$ Mho con una media di 2,87 che discende per 16 periodi a $1{,}32 \times 10^{-6}$ con scarti verso i valori estremi, che non raggiungono il 2,5%: assegnati allora i valori dei coefficienti di tensione e di corrente p e q la impedenza kilometrica resta definita in

$$Z = \frac{1}{p\,q\,Y\,l^2} \qquad (10)$$

come si deduce facilmente dalla 8).

Ma per il valore della reattanza kilometrica ωL si può ripetere quanto è stato ora affermato per l'ammittanza; anch'essa è in prima approssimazione funzione solo della frequenza adottata con un valore medio di 0,407 Ohm per 50 periodi e di 0,130 per 16 con scarti massimi del 2%; è facile quindi calcolato Z, dedurre la resistenza kilometrica r, e scelto il tipo di conduttore, filo o corda, e il materiale, rame o alluminio, il diametro del conduttore stesso. Risulta questo inferiore al diametro, che esigenze costruttive, o eventualmente considerazioni economiche, consentono di impiegare, e non c'è che ragguagliarlo ai diametri, che la trafileria può fornire, o è invece superiore, e allora non resta che sacrificare qualche cosa dell'esercizio riducendo i coefficienti p e q.

A questo punto è da tenere conto dei Volt-Ampere da erogare per fase, e la 4) ci determina allora la tensione stellata di esercizio; se essa è dentro i limiti della pratica, è inferiore, diciamo, per oggi, a 85 000 Volt, non c'è che commisurare alla tensione trovata la distanza fra i fili, in considerazione anche degli isolatori da impiegare, e controllare colle 5) la tensione limite in rapporto al fenomeno della corona; se questa è inferiore, o può esser resa inferiore distanziando ulteriormente i conduttori entro limiti ancora costruttivamente accettabili, il dimensionamento preliminare è terminato; se invece è maggiore, e non è conveniente, o non è sufficiente, assumere una sezione maggiore, o sostituire l'alluminio al rame, vuol dire, che una terna sola non basta.

La semplicità e la convenienza di un tale procedimento apparirà meglio, se applicato ad un esempio pratico: si debbano erogare complessivamente 35 000 kVA a 325 km di distanza, le circostanze impongano i 50 periodi: l'esperienza acquistata col precedente esame della portata e della potenzialità delle terne avverte subito, che per una tale distanza occorre largheggiare nella tensione di corto circuito e nella corrente a vuoto; si comincerà perciò col prendere per p e q 5 e 2 rispettivamente.

La impedenza Z risulta dalla 10) pari a 0,332 Ohm; ma siccome la reattanza media a 50 periodi è già maggiore, vuol dire, che è necessario diminuire ancora il prodotto $p \times q$, riducendo ad esempio q a 1,5, ammettendo cioè una corrente a vuoto pari ai 2/3 della corrente normale di pieno carico; la nuova impedenza Z risulta allora eguale a 0,442, e in conseguenza la resistenza r a 0,173 ohm per km, cui corrisponde una sezione in rame di 105 mmq: la 4) ci da allora immediatamente la tensione stellata di esercizio in 91 000 Volt (158 000 concatenati).

Questa tensione, se non fosse già troppo elevata per lo stato attuale della tecnica, richiederebbe agli effetti del fenomeno della corona la sostituzione dell'alluminio al rame.

Nell'attesa non c'è che suddividere il carico fra due terne, la tensione di esercizio riducendosi quindi a 64 500 Volt (112 000 concatenati), ciò che permetterebbe di realizzare la trasmissione con corde di rame da 95 mmq, qualora si fosse disposti a sacrificare ancora qualche cosa sui coefficienti p e q, o di 120 mmq, qualora non si intendesse di sorpassare i valori limiti assunti nella seconda fase di questo scandaglio.

Se si avesse potuto applicare la frequenza di 16, i risultati sarebbero stati più convenienti; pure infatti riducendo a 1/6 della tensione utile la tensione di corto circuito, e a 1/3 della corrente erogata la corrente di marcia a vuoto, la impedenza kilometrica sarebbe risultata eguale a 0,400, cui corrisponde una resistenza di 0,379 ohm, e una sezione di rame di 50 mmq; la tensione di esercizio risulterebbe, tornando ad affidare l'intera erogazione a una sola terna, di 96 000 Volt (166 000 concatenati), ciò che non permette però di dedurre, che il peggioramento sia dovuto all'abbassamento della frequenza, essendosi assunti dei coefficienti p e q di gran lunga più favorevoli: impiegando anche quì due terne, la tensione si ridurrebbe a 67 500 Volt (116 000 concatenati) di gran lunga però ancora troppo elevata agli effetti del fenomeno della corona. Bisognerebbe perciò in definitiva ricorrere a quattro terne di fili da 50 mmq, venendo allora la tensione ancora una volta divisa per $\sqrt{2}$, e riducendosi perciò a 48 000 Volt (83 000 concatenati).

Ma una trasmissione di questa natura con quattro terne di conduttori è indubbiamente troppo ingombrante, e richiederebbe praticamente due palificazioni parallele.

Per giungere allora alla soluzione più ragionevole, che tenga anche conto di queste esigenze costruttive, ci si potrebbe domandare, sfruttando l'orientamento offerto da questo scandaglio, se il problema non potesse utilmente essere risolto, impiegando per esempio due terne di corde di rame da 70 mmq le quali, con 5 m di distanza tra i conduttori, consentirebbero una tensione di esercizio di 58 000 Volt (100 000 concatenati): occorre perciò saggiare l'opportunità di questa soluzione assumendo come incognite i coefficienti di tensione e di corrente.

A questo scopo dalla 6) rispettivamente e dalla 9) si ottiene:

$$\frac{p}{q} = \frac{E^4}{P_n^2 \frac{Z}{Y}} ; \qquad p\,q = \frac{1}{Z\,Y\,l^2} \qquad (11)$$

relazioni, che rispondono intieramente alla nuova richiesta.

Calcolando infatti per la nuova ipotesi Z ed Y, e tenendo conto dell'erogazione imposta, della distanza da superare e della tensione consentita dalla nuova soluzione, risulta per il coefficiente di tensione un valore di 6,05 e per il coefficiente di corrente un valore di 4,15, entrambi, ma specialmente il secondo, convenienti.

Il problema del dimensionamento razionale delle grandi trasmissioni può dirsi così intieramente risolto per tutti i casi che si possono presentare nella pratica, cosicchè la promessa implicitamente contenuta nel sottotitolo di questo scritto è integralmente mantenuta; compiuto il dimensionamento i procedimenti da me indicati in precedenti lavori (*) permettono, in una maniera relativamente semplice, e con

(*) Studi sulle trasmissioni: II e IV, l. c.

un'esattezza per ogni esigenza pratica più che sufficiente, di prevedere il funzionamento della trasmissione in qualunque particolare condizione di carico.

*

Ho il dubbio però di non aver dato il necessario rilievo ai due coefficienti di tensione e di corrente p e q, che ho introdotto e definito in questo scritto, e credo perciò sia utile mostrare, come dalla loro corretta assegnazione sostanzialmente dipenda il buon funzionamento della linea, tanto più che per questa via arriveremo anche a prevedere e a rappresentare in una maniera molto opportuna le vicende di questo funzionamento in connessione colla diversa entità e la diversa natura del carico.

E' noto, che colla linea a vuoto e rispettivamente colla linea in corto circuito la tensione all'origine nel primo caso, la corrente all'origine nel secondo sono di qualche cosa più piccole che la tensione E e la corrente J alla fine, determinando uno dei tanti aspetti del cosidetto fenomeno di Ferranti; il rapporto comune b fra le due tensioni e le due correnti ha un'espressione piuttosto complicata, quando si voglia almeno esprimerlo con grande esattezza (7); allo scopo però, che ora mi prefiggo, che è quello di giungere a costruzioni grafiche, per loro natura approssimate soltanto, si può porre senza tema di sbagliare di troppo, e limitatamente al caso di frequenze prossime a 50 periodi

$$b = 1 - \frac{Z\,Y\,l^2}{3} \tag{12}$$

Nel caso invece di basse frequenze, intorno a 16 periodi, si può porre senz'altro

$$b = 1 \tag{13}$$

in quanto esso oscilla tra valori di pochissimo minori dell'unità nel caso teorico di resistenza d'isolamento infinita e pochissimo superiori in caso diverso, ciò che vuol dire, che basta in questo caso la più piccola corrente di dispersione per annullare il fenomeno di Ferranti.

Introdotti per $Z\,l$ ed $Y\,l$ i valori dati dalle 8), la 12) diventa

$$b = 1 - \frac{1}{3\,p\,q} \tag{14}$$

mentre la 13) rimane naturalmente invariata.

Si è allora in grado per una data potenza apparente da erogare e per un dato tipo di linea caratterizzato da determinati valori di Z e di Y, di prevedere il funzionamento della trasmissione in dipendenza dell'assegnazione di determinati coefficienti di tensione e di corrente, che nel loro prodotto soddisfino però alla seconda delle 11), e senza dimenticare ben'inteso l'eventuale limitazione della tensione di esercizio dovuta alla necessità di non superare la tensione critica.

Si hanno infatti ormai tutti gli elementi per costruire in un sistema di assi coordinati ortogonali le « caratteristiche di carico » della trasmissione, le quali, analogamente a quanto avviene ad esempio colle caratteristiche di un alternatore, ci permettano di giudicare con sicurezza, e con approssimazione più che sufficiente, del funzionamento della trasmissione.

Stacchiamo perciò sull'asse delle x un segmento $\overline{Q X}$ pari nella scala degli ampere alla corrente J e sull'asse delle y un segmento $\overline{O Y}$ pari nella scala dei volt alla tensione E, corrente e tensione essendo stati previamente dedotti dall'erogazione in Volt-Ampere assegnata mediante la 3).

Stacchiamo ancora sull'asse delle y un segmento $\overline{O A}$ eguale a $b\,E$ Volt, e centro in A con raggio eguale ad E/p Volt tracciamo un arco di cerchio; conduciamo quindi il raggio $\overline{A B}$ in anticipo dell'angolo ρ sull'asse delle y, ρ essendo o definito dalla relazione $tg\,\rho = \frac{\omega\,L}{r}$ se già si conoscono o si presumono i dati costruttivi della trasmissione, o in difetto di questi dati, e quando possiamo accontentarci di una minore approssimazione, fatto eguale a 60° per 50 periodi e a 30° per 16.

Il segmento di chiusa $\overline{O B}$ ci rappresenta allora la tensione all'origine della linea per un carico utile di $E\,J$ kW, il fattore di potenza del carico risultando infatti collo sfasamento ρ dato ai due vettori geometricamente addizionati eguale all'unità; riportato allora il segmento $\overline{O B}$ in $\overline{X C}$, e congiunto A con C, la congiungente $\overline{A C}$ è la « caratteristica di tensione » della trasmissione per cos $\varphi = 1$; le ordinate rappresentano in funzione della corrente erogata la tensione stellata all'origine.

Se la corrente alla fine della linea ritarda o anticipa sulla tensione, di altrettanto e nel medesimo senso ruota il vettore $\overline{A B}$, dando luogo a nuove caratteristiche, come la $\overline{A C'}$ per carico induttivo e la $\overline{A C''}$ per carico di capacità, ciascuna corrispondente a un determinato fattore di potenza definito dagli angoli $B'\,A\,B$ o $B''\,A\,B$.

Per le « caratteristiche di corrente » invece stacchiamo dall'origine un segmento $\overline{O D}$ eguale nella scala delle x (correnti) ad J/q, sfasato in anticipo sull'asse delle ordinate dell'angolo γ definito dalla relazione $tg\,\gamma = \frac{\omega\,C}{g}$ o in difetto di questi elementi di 70° per 50 periodi e di 40° per 16, e centro in D e raggio eguale a $b\,J$ Ampere tracciamo un nuovo arco di cerchio.

Per il raggio $\overline{D F}$ parallelo all'asse delle ordinate, la retta di chiusa $\overline{O F}$ è la corrente all'origine per un carico utile di $E\,J$ kW, il fattore di potenza del carico risultando infatti collo sfasamento γ assegnato ai due vettori geometricamente addizionati eguale all'unità; la corrispondente caratteristica si ottiene riportando $\overline{O F}$ in $\overline{X H}$, ribaltando $\overline{O D}$ in $\overline{O G}$ e congiungendo G con H; le ordinate della retta $\overline{G H}$ rappresentano in funzione della corrente erogata la corrente all'origine.

Se la corrente alla fine della linea ritarda o anticipa sulla tensione, di altrettanto e nel medesimo senso ruota il vettore $\overline{D F}$, dando luogo ad altre caratteristiche di corrente come $\overline{G H'}$ per carichi induttivi e $\overline{G H''}$ per carichi di capacità, ciascuno corrispondente a un determinato fattore di potenza definito in figura dagli angoli come $F'\,D\,F$ o $F''\,D\,F$.

Il caso considerato in figura si riferisce ad una trasmissione di 19 000 kVA alla distanza di 180 km realizzata con una terna di

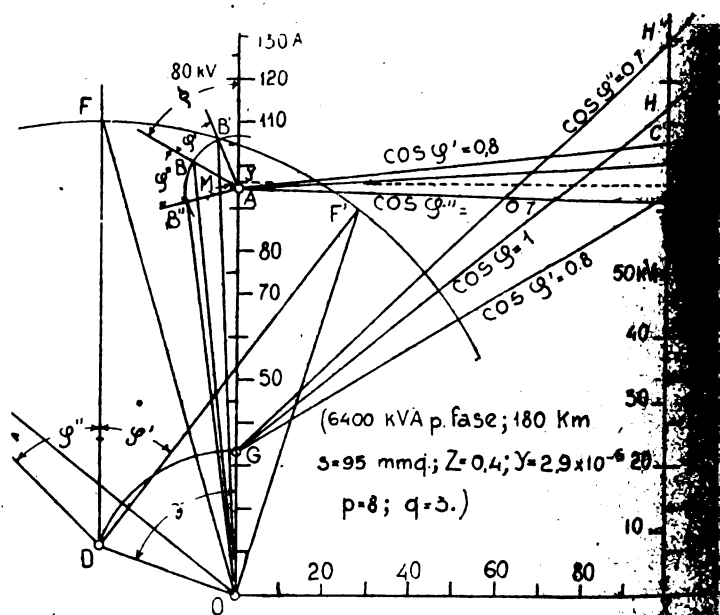



Fig. 1.

corde da 95 mmq con un coefficiente di tensione eguale ad 8 ed un coefficiente di corrente eguale a 3.

La costruzione adottata è giustificata dal fatto, che i vettori $\overline{O A}$ ed $\overline{O D}$ rappresentano la tensione all'origine e la corrente a vuoto in corrispondenza alla tensione utile E, mentre i vettori $\overline{D F}$ ed $\overline{A B}$ rappresentano la corrente e la tensione di corto circuito in corrispondenza alla corrente normale erogata J, e che questi due ultimi vettori ruotano insieme del medesimo angolo φ rispetto ai due precedenti, quando la corrente erogata J si sposta dell'angolo φ rispetto alla tensione utile E, cosicchè nei Volt e negli Ampere risultanti rispettivamente rappresentati dai vettori $\overline{O B}$ ed $\overline{O F}$, si ottengono in grandezza e in fase la tensione e la corrente all'origine corrispondente alla potenza erogata per fase e al particolare fattore di potenza considerato.

Perciò l'angolo $B\,O\,F$, e similmente gli angoli come $B'\,O\,F'$ e $B''\,O\,F''$ determinano anche il fattore di potenza all'origine della trasmissione, limitatamente però alla corrente di pieno carico. Volendosi il fattore di potenza, o meglio lo spostamento di fase corrispondente per una corrente utile intermedia, pari ad esempio al 25% della corrente normale, dovrebbesi staccare rispettivamente su $\overline{A B}$ e $\overline{D F}$ due segmenti $\overline{A M}$ e $\overline{D N}$ pari al 25% dei vettori medesimi, l'angolo $M\,O\,N$ essendo allora lo spostamento di fase cercato.

(7) Studi sulle trasmissioni: II e IV, l. c.

Inutile quasi di osservare, che per una trasmissione definitivamente dimensionata potrebbero le medesime caratteristiche essere tracciate con molto maggior rigore, deducendo l'ampiezza dei vettori fondamentali $\overline{OA}$, $\overline{OD}$, $\overline{DF}$ ed $\overline{AB}$ e lo sfasamento del secondo e del quarto dai diagrammi di marcia a vuoto e di corto circuito, riferiti alla tensione e alla corrente normale, da me sviluppati nella seconda e nella quarta memoria di questa serie ([a]).

Ma anche nella forma meno approssimata quì ottenuta il diagramma rappresenta nel modo forse più comprensivo l'intero funzionamento della trasmissione per qualunque condizione di carico; mostra in particolare la fondamentale importanza del coefficiente di tensione p, che determina, elemento essenziale per i generatori, l'escursione massima della tensione in partenza, che si verifica con carico induttivo per uno spostamento di fase $\varphi = \rho$, e la importanza anche grandissima del coefficiente di corrente q, avuto riguardo alla possibilità di tenere sotto tensione la linea nelle ore di minimo carico con una ragionevole frazione della potenza installata in centrale: mostra in genere la grande influenza del fattore di potenza del carico, e in particolare il beneficio dell'eventuale impiego di condensatori rotanti; risponde finalmente a tutti i quesiti sul rendimento, del quale contro forse l'aspettazione del lettore non si è finora fatta menzione, appunto perchè, come il diagramma mostra chiaramente, il rendimento dipende dalla natura particolare del carico, di cui, finchè possibile, si è sempre fatto astrazione, e perchè in pratica, come risulta dall'ispezione del diagramma stesso, un valore conveniente del fattore di tensione p limita insieme convenientemente le perdite, almeno limitatamente a quelle per effetto Joule nei conduttori.

Esso ha finalmente il merito, quando per trasmissioni particolarmente lunghe occorra diminuire all'estremo i coefficienti p e q, o meglio il loro prodotto, di orientare facilmente il progettista verso la soluzione più conveniente.

Credo perciò che questo breve scritto rappresenti un piccolo, ma utile contributo allo studio delle grandi trasmissioni, e confido, che me ne saranno particolarmente grati coloro, che si troveranno ad avere la responsabilità di dimensionare razionalmente quelle grandi trasmissioni interregionali, che, permettendo un più completo sfruttamento dei nostri impianti, potrebbero recare un qualche sollievo alla nostra economia nazionale.

DISCUSSIONE.

L'Ing. *Guido Fano* ricorda, che spesse volte la scelta della tensione per nuove linee dipende da tensioni esistenti nella regione alle quali è opportuno uniformarsi per ragioni economiche e di esercizio anche se dal calcolo risultasse conveniente una diversa tensione; per esempio nel Meridionale dovendosi scegliere la tensione per nuove linee di grande distribuzione, si dovette tener presente la tensione delle due grandi linee di trasporto esistenti, Pescara-Napoli ad 80 000 Volt, e Volturno-Napoli a 60 000 Volt, adottando quest'ultima tensione.

Aggiunge, che se anche la tensione non sia legata ad alcun impianto esistente (come per esempio per gli Impianti Silani) la scelta di essa è però sempre subordinata a ragioni d'indole economica d'impianto e di esercizio di tutto il complesso della trasmissione (palificazione, isolatori, conduttori, sezionamento e trasformazione) e non dai conduttori soltanto, tanto più che nelle altissime tensioni la parte di spesa che riguarda i conduttori, rappresenta una percentuale abbastanza piccola della spesa totale.

Il metodo presentato dall'egregio Prof. Revessi devesi perciò considerare (come ha premesso lo stesso egregio Conferenziere) come un metodo per ricerche di orientamento, ed in tal senso le semplificazioni portate dal Prof. Revessi sono assai opportune.

Circa l'osservazione sull'opportunità di pensare a linee interregionali a bassa frequenza, egli non condivide il pensiero del Prof. Revessi. In Italia non vi è ragione di trasportare a grandissime distanze notevoli quantità di energia; in generale abbiamo da raccogliere potenze medie sparse un po' ovunque da trasportare a non grande distanza (gli Impianti Silani rappresentano si può dire un'eccezione) e le linee interregionali di collegamento, che egli si augura sieno presto un fatto compiuto, dovranno servire piuttosto a spostamenti di carico, che a veri e propri trasporti; non vede quindi alcuna ragione per cui dovrebbesi complicare notevolmente l'esercizio ricorrendo per queste linee, a frequenze diverse da quelle industriali.

L'Ing. *Ulisse Del Buono*, premesso che il metodo di dimensionamento proposto dal Prof. Revessi si basa sul fissare due parametri p e q a priori, e mediante di essi ricavare le costanti della linea, osserva in proposito:

1° — Col fissare il parametro p a priori non si è sicuri di avere sempre una regolazione entro i limiti accettabili, dipendendo essa dal fattore di potenza del carico non solo, ma anche dal rapporto $\omega L/r$, talchè occorre di verificare con diagrammi l'effettivo valore della regolazione. Con un dato p a seconda del $\cos\varphi$ e di $\omega L/r$ la regolazione può variare dal 10 al 30%.

2° — Poichè

$$p\,q = \frac{l}{Z\,Y\,l^2}$$

quando r è piccolo (oltre i 100 mmq di sezione) si può ritenere $Z = \omega L$, e poichè se la dispersione è più piccola $Y = \omega C$, si ha

$$Z\,Y = \omega^2\,L\,C = \text{Costante} = \frac{1}{A}$$

e quindi

$$p\,q = \frac{A}{l^2}$$

e cioè p e q non possono ritenersi indipendenti fra loro, ma solo uno di essi può stabilirsi a piacere. Ciò del resto corrisponde ad un fatto fisico, poichè per una data configurazione della linea Induttanza e Capacità, e quindi caduta di tensione e corrente di carica sono dei dati bene determinati. Inoltre i valori p e q hanno valori molto diversi a seconda della lunghezza della linea, per esempio

$$l = 200 \text{ km}, \quad \text{si ha} \quad p\,q = \frac{1}{X\,Y\,l^2} = 24{,}5$$
$$= 400 \text{ »} \qquad\qquad = 6{,}12$$

e quindi occorre molta attenzione nella scelta di essi.

3° — Dati p e q per ricavare le costanti della linea si devono supporre noti L e C e quindi si ricava r ($r = \sqrt{Z^2 - \omega^2 L^2}$), ma nella linea in generale r è piccolo, e quindi è poco esatto ricavare r con questo mezzo.

In fine ad una resistenza determinata in tal modo, non corrisponderà certo una perdita di energia accettabile, talchè occorrerà di modificare r e rifare i calcoli.

4° — La determinazione della tensione si basa sui rapporti p/q, Z/Y, che sono incerti; si otterranno inoltre dei valori, che in pratica non saranno accettabili; occorrerà perciò di modificare la tensione, ciò che porterà a rifare ancora una volta i calcoli.

Per queste ragioni, pure riconoscendo, che usando opportune cautele nella scelta di p e q, ed avendo sott'occhio tavole che dietro L e C, si può arrivare ad un preliminare dimensionamento della linea, è necessario di fare i calcoli della regolazione e della perdita di energia.

Ora siccome le tensioni, che possono impiegarsi hanno dei valori già fissati e standardizzati in relazione ai macchinari, agli isolatori, etc., in pratica conviene assumere dei valori « Standard » per la tensione. Ora data una lunghezza della linea ed una potenza da trasmettere, la scelta della tensione risulta press'a poco da per sè, o tutt'al più potrà nascere il dubbio di scelta fra due valori contigui della scala delle tensioni. Allora con una data potenza da trasmettere si ha subito la corrente di linea, e quindi assumendo una determinata perdita di energia si hanno subito le altre costanti L, C dopo di che si può fare il calcolo della regolazione.

Ritiene perciò preferibile di stabilire a priori la perdita di energia e poi verificare la regolazione, piuttosto che di capovolgere il problema.

Ad ogni modo il metodo del Prof. Revessi, che mette in evidenza i termini che danno la regolazione può essere utile in certi casi.

Il Prof. *Revessi* rispondendo non ha difficoltà a riconoscere all'Ing. Fano l'influenza, che può avere sulla scelta della tensione di un impianto nuovo, la tensione delle reti preesistenti; ciò però non esclude, che anche in questo caso sia utile formarsi un'idea della tensione, che sarebbe più razionale, qualora non preesistessero queste particolari circostanze locali, se non altro per stabilire con miglior conoscenza di causa fino a che punto esse debbano eventualmente imporsi.

Non disconosce neppure l'importanza delle ragioni economiche accennate dall'Ing. Fano, come capaci di far deviare dalla soluzione ideale, osserva però che sembrerebbe dovessero in genere aver la preminenza le esigenze collegate al buon funzionamento della linea, ed espresse dai due coefficienti p e q, all'infuori delle quali le ragioni economiche possono condurre a rinunziare all'impianto piuttosto che a costruirlo con una regolazione troppo difficile o con una potenza apparente a vuoto troppo elevata, inconvenienti che si possono anche tradurre in conseguenze economiche più gravi di quelle accennate dall'Ing. Fano.

Quanto all'impiego della bassa frequenza, la sua maggiore opportunità non si presenta che per linee di grande lunghezza, se il Collega Fano ritiene, che non si debbano superare distanze maggiori di qualche centinaio di kilometri, non c'è luogo a considerare questa eventualità; in caso contrario è per lo meno dubbio, specie quando le reti da collegare non sieno alla medesima frequenza, se proprio convenga adottare una frequenza prossima a cinquanta, o applicare, malgrado la maggiore complicazione delle stazioni terminali, una delle frequenze finora in uso negli impianti di elettrotrazione. Del resto il concetto di linea, o meglio di rete interregionale non è forse ancora del tutto maturo, ed è perciò probabilmente suscettibile di ulteriore evoluzione, nel senso di essere destinato a rappresentare in avvenire rispetto all'energia elettrica ciò che è una rete ferroviaria rispetto alle merci, nel qual caso la *forma* sotto cui trasmettere l'energia, come l'*imballaggio* per le merci, finirebbe per essere stabilita dal vettore.

([a]) l. c.

All'Ing. Del Buono il *Prof. Revessi* risponde:

1° — D'accordo che con un dato valore del coefficente di tensione p la regolazione a seconda della natura del carico e delle costanti della linea possa variare anche fra il 10 e il 30%; però di questa considerazione, specialmente nei riguardi della natura del carico, chè le costanti della linea influiscono assai di meno, si dovrà appunto tener conto per la scelta del parametro p, nel senso, che se si intende ad esempio di mantenere prossimo all'unità il fattore di potenza del carico coll'impiego di condensatori rotanti, potrà a detto parametro darsi un valore sensibilmente maggiore che nel caso non si ricorra a questo espediente (e a ciò può servire utilmente l'impiego di quelle « caratteristiche », di cui si è trattato nell'ultima parte della comunicazione).

Ciò premesso, il coefficiente di tensione p ha appunto il vantaggio di definire una proprietà fondamentale della trasmissione, quella della massima possibile escursione della tensione in partenza indipendentemente dalla natura del carico, in modo da rappresentare, come il coefficiente di corrente q, una specie di cifra di merito intrinseca alla trasmissione: da ciò appunto l'interesse, che questi coefficienti possono offrire.

2° — L'osservazione è assai importante, perchè integra utilmente uno dei concetti fondamentali sviluppati nello studio in discussione, nel senso, che non solo ad ogni tipo di linea compete per una data frequenza e per un determinato prodotto dei parametri p e q una distanza limite, che non può essere oltrepassata, e non solo di converso che fissata la distanza e la frequenza e la linea resta determinato il prodotto $p \times q$, ma anche che, trascurata la resistenza in paragone alla reattanza e la conduttanza di dispersione rispetto alla capacitanza, il prodotto $p \times q$ può essere considerato come funzione della sola distanza, o meglio della distanza e della frequenza. La relazione accennata dall'Ing. Del Buono assume infatti, mettendo in evidenza anche la frequenza, la forma

$$p\, q = \frac{2,3}{f^2\, l^2}\, 10^9$$

relazione utilissima ad inquadrare fin dal principio la scelta dei due parametri p e q, ed a confermare che l'estremo rimedio per superare le maggiori distanze risiede nell'impiego delle frequenze minori.

3° — Non sembra, che l'inconveniente rilevato della limitata sicurezza del calcolo della resistenza abbia una grande importanza pratica, per un calcolo di orientamento, come di necessità è sempre il primo assaggio, interessando più che la esatta sezione, che deve poi esser ridotta alla più prossima sezione commerciale, l'ordine di grandezza della sezione stessa. Azzardata appare in ogni modo l'affermazione che alla sezione così determinata non debba corrispondere *certo* una perdita di energia accettabile; potrà invece non corrispondervi solo nel caso, che nella scelta del coefficiente di tensione p non sia stato tenuto il debito conto della natura del carico; si è già osservato, che in tali frangenti potranno utilmente soccorrere le « caratteristiche » della trasmissione.

4° — L'Ing. Del Buono torna ad insistere, come per un grave inconveniente, sulla eventualità, che si debba talora rifare i calcoli per la necessità di ritoccare qualche dato, o perchè la sezione calcolata non corrisponde a nessuna in commercio, o perchè la tensione trovata non è fra quelle « standardizzate ».

Ora, per quanto è noto, nessun metodo elimina questo inconveniente, sempre i risultati dei calcoli restano modificati dalle esigenze della pratica, e occorre coi calcoli tornare indietro: l'essenziale è che le esigenze della pratica non abbiano il sopravvento fino a mascherare quella che sarebbe la soluzione più razionale, qualora si potesse esser liberi da ogni pastoia.

Roma, 29 Marzo 1921.

ALIMENTAZIONE DEFICIENTE DEI MOTORI ASINCRONI POLIFASI

Ing. ENZO CARLEVARO

Comunicazione alla Sezione di Napoli
1920

§ 1. – Premesse.

E' noto come il funzionamento dei motori asincroni polifasi dipenda dalle condizioni di alimentazione: dalla frequenza della rete dipende la velocità che assumerà il motore; dalla tensione dipende il flusso, e la corrente assorbita a vuoto; cosicchè un motore alimentato a tensioni o frequenze diverse da quella per cui è stato progettato sarà costretto a funzionare in condizioni anormali. Avviene talvolta in pratica che alcune reti di distribuzione siano assai sovraccaricate per effetto del continuo aumento della potenza richiesta dagli utenti, data la scarsità attuale di altre sorgenti di energia; in esse la tensione è notevolmente più bassa della normale, e talvolta, quando l'energia idraulica non è sufficiente, anche la frequenza è inferiore al valore di regime, per effetto del rallentamento delle macchine motrici.

In tali casi si hanno condizioni cattive di esercizio delle reti stesse, sia perchè l'illuminazione diventa assai deficiente, sia perchè i motori, alimentati in tali condizioni, hanno un funzionamento anormale. Quasi sempre si nota un forte aumento della corrente assorbita, che porta riscaldamento dell'indotto, talvolta assai sensibile ed esagerato da arrecare danni alla macchina, quando questa non è sufficientemente protetta da automatici o da valvole; e talvolta, invece, quando esistono questi organi protettori, essi entrano molto spesso in funzione, interrompendo continuamente il circuito, e rendendo l'esercizio molto difficile; specialmente per alcune industrie, in cui si viene ad abbassare soverchiamente il rendimento dell'impianto, se non diventa addirittura impossibile l'esercizio. Così per esempio gli impianti elevatori, i ventilatori, i mulini, gl'impianti frigoriferi soffrono moltissimo per un funzionamento intermittente, e possono talvolta essere impossibilitati a funzionare.

Tali effetti sono prodotti da un abbassamento della tensione di alimentazione e dall'abbassamento di frequenza. Si è cercato in questa memoria di studiare qualitativamente e quantitativamente il fenomeno; supponendo che un motore, costruito per determinati valori di tensione e frequenza, venisse alimentato a tensioni e frequenze diverse, più alte o più basse della normale. In tali condizioni si suppose al motore applicato sempre un carico costante, e si studiò la variazione della corrente assorbita, del fattore di potenza, dello scorrimento, del coefficiente di rendimento ecc. — al variare della tensione e della frequenza; poi si suppose invece applicata al motore una coppia resistente costante, e si eseguirono le stesse ricerche.

In molti casi si ha come elemento determinante il funzionamento del motore il lavoro meccanico da eseguire; in altri si ha invece il momento motore, come ad esempio negli impianti di sollevamento, nella trazione, ed ove il motore deve vincere un sforzo determinato qualunque sia la velocità — sono quindi ugualmente interessanti le due ipotesi fatte.

Le deduzioni ricavate potranno altresì, per questa categoria di macchine, riuscire utili per studiare la possibilità dell'applicazione del motore ad una tensione o frequenza diverse dalla normale, in conseguenza della eventuale unificazione delle tensioni e frequenze che si sta attualmente studiando, e di modificazioni comunque causate, della alimentazione dei motori. Talvolta, per esempio, si vuole adattare un motore da una determinata tensione e frequenza ad un impianto in condizioni differenti, e si vuol conoscere il nuovo modo di funzionare.

Si è preso come base dello studio teorico il diagramma circolare delle macchine asincrone, che rappresenta assai fedelmente tutte le grandezze interessanti e permette di confrontare fra di loro le grandezze stesse quando varia il lavoro fornito o la coppia motrice. E tra i varii diagrammi circolari si è preferito quello del Grob, perchè di costruzione assai facile, non richiedendo preventivi calcoli laboriosi, ed anche perchè rappresenta assai fedelmente le correnti assorbite dal motore, in grandezza e fase, e fornisce il valore del coefficiente di dispersione, del coefficiente di rendimento, dello scorrimento, del fattore di potenza, della coppia e della potenza, con semplici misure eseguite sul diagramma già costruito (¹).

(¹) Vedi LOMBARDI - *Il diagramma circolare delle macchine asincrone.* Atti dell'A. E. I., 1916.

§ 2. – **Descrizione delle misure eseguite.**

Si son presi in esame due motori esistenti nell'Istituto Elettrotecnico di Napoli, aventi dimensioni e caratteristiche completamente diverse. In uno di essi si è eseguita la ricerca completa mediante i diagrammi di Grob, misurando preventivamente le correnti assorbite a vuoto ed in corto circuito a diverse tensioni e frequenze: ed in seguito si sono controllati i risultati teorici mediante alcune misure di corrente assorbita, di fattore di potenza e di scorrimento, nel funzionamento a carico costante. Questo primo motore ha le seguenti caratteristiche.

Motore A E G - N. 89302 - 8 kW - 150 Volt - 40 periodi - 800 giri a vuoto, 770 a pieno carico. Statore 165 spire per fare a stella, resistenza per fase 0,27 Ω. Rotore ad anelli, con reostato di avviamento ed anello di corto circuito, 90 spire per fase, resistenza per fase 0,75 Ω.

Tale macchina ha le caratteristiche dei grossi motori usati nell'industria.

Allo scopo di verificare se i risultati della teoria sono di carattere generale, si è preso pure in esame un altro piccolo motore trifase col rotore in corto circuito, di piccola potenza, alimentandolo egualmente a tensioni ed a frequenze variabili, al disopra e al disotto dei valori normali, e mantenendo il carico costante.

Le caratteristiche di questo motore sono: kW 1 circa, Volt 260, 42 periodi, 1260 giri, rotore a gabbia di scoiattolo, in corto circuito.

Nelle misure, sia quelle preliminari, riguardanti la corrente assorbita a vuoto e in corto circuito; sia quelle di controllo, eseguite col motore in funzione, si è usato per la produzione della corrente trifase di alimentazione un alternatore dell'Istituto Elettrotecnico predetto, allo scopo di aver forze elettromotrici sinusoidali, variabili a piacimento mediante l'eccitazione dell'alternatore, e frequenze diverse regolando la velocità di rotazione del motore a corrente continua che comandava l'alternatore. In tal modo si ricercarono sul motore anzidetto gli elementi fondamentali necessari alla costruzione del diagramma di Grob nelle diverse condizioni prese in esame; cioè la corrente assorbita a vuoto e quella ad armatura ferma, entrambe col rotore in corto circuito.

Sul primo motore fu anzitutto rilevata la caratteristica di eccitazione, o caratteristica del campo rotante, misurando la corrente assorbita dallo statore per magnetizzare il nucleo, e contemporaneamente la tensione fra gli anelli del rotore, con le spazzole alzate, e quella ai morsetti dello statore. Tali caratteristiche, per le frequenze di 30, 40, 50 periodi, sono riportate nella fig. 1, ove i valori della tensione si riferiscono allo statore, tra fase e neutro.

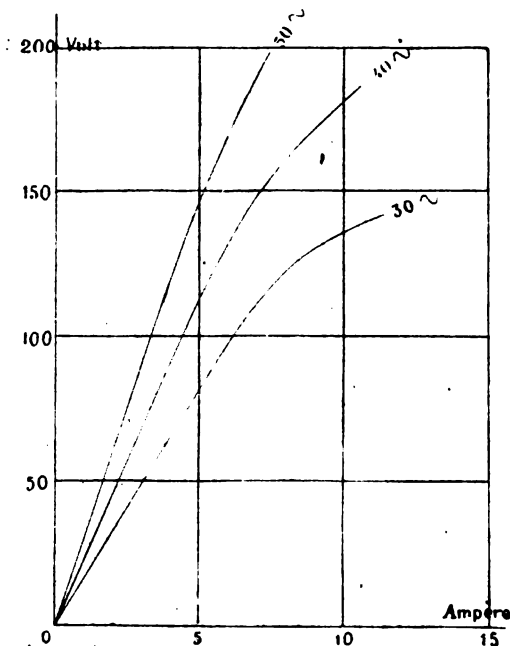



Fig. 1. — Curve caratteristiche del campo rotante primario a diverse tensioni e frequenze.

Furono in seguito rilevate le correnti necessarie alla costruzione dei vari diagrammi circolari, e cioè le correnti assorbite a vuoto e quelle ad armatura ferma, entrambe col rotore in corto circuito. In questa esperienza furono rilevate, per ogni valore della frequenza, le correnti in funzione della tensione di alimentazione del primario, e contemporaneamente le fasi delle correnti stesse, mediante l'indicazione di due wattometri.

Le correnti assorbite a vuoto sono riportate nella fig. 2 da cui appare che esse seguono una legge di variazione analoga a quella della corrente di magnetizzazione, vale a dire, a parità di corrente magnetizzante, la tensione è pressochè proporzionale alla frequenza.

Oltre alle curve che rappresentano la corrente a vuoto in funzione della tensione primaria, sono tracciate delle curve secanti tratteggiate, che riuniscono i punti delle tre curve, corrispondenti ad

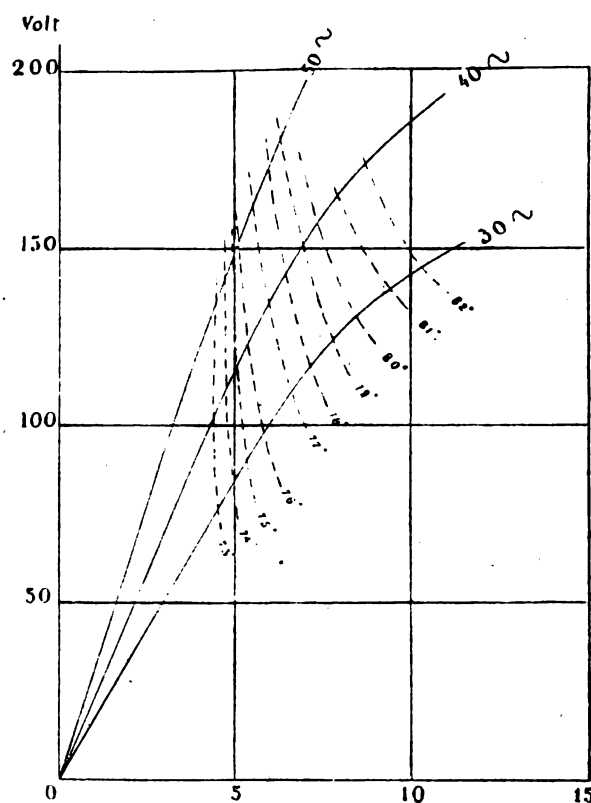



Fig. 2. — Correnti assorbite a vuoto, a diverse tensioni e frequenze.

uguali ritardi di fase della corrente rispetto alla tensione. Cosicchè è facile, volendo ricavare valori della corrente assorbita a vuoto in condizioni diverse da quelle sperimentalmente rilevate, tracciare delle curve intermedie a quelle corrispondenti alle frequenze fondamentali, servendosi della condizione della proporzionalità delle ordinate alla frequenza; e poi, mediante le curve secanti, dedurre anche il ritardo di fase della corrente rispetto alla tensione.

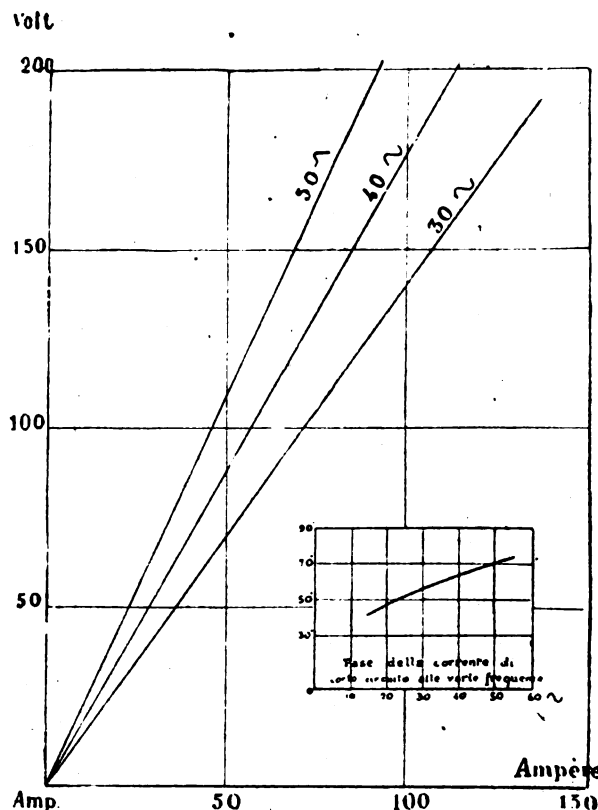



Fig. 3. — Correnti assorbite ad armatura ferma a diverse tensioni e frequenze.

Nella fig. 3 abbiamo riportato sia le rette che rappresentano la corrente di corto circuito in funzione della tensione, sia una curva della differenza di fase, sia corrente e tensione applicata, in funzione della frequenza.

Da queste curve si deduce pure, come per le altre grandezze, che la corrente di corto circuito cresce proporzionalmente alla frequenza mentre la sua fase si altera di poco, e quindi è assai facile ricavare sulla figura stessa gli elementi relativi a condizioni diverse di funzionamento, anzichè determinarle volta per volta con misure dirette.

§ 3. - Costruzione dei diagrammi circolari per frequenza costante e tensione variabile.

La frequenza prescelta per tale studio è quella normale di 40 periodi, e le tensioni considerate sono quelle di 75, 100, 125, 150, 175, 200 Volt. Ad ognuna di queste tensioni corrisponde un diagramma circolare determinato: le misure precedenti ce ne forniscono gli elementi fondamentali. Ognuno è stato costruito nella fig. 4, adottando per tutti i medesimi assi coordinati, e la medesima scala delle correnti. (*).

In ogni diagramma si sono indicate le rette della coppia e del lavoro, definite secondo le indicazioni del Grob, mediante esse è possibile in ogni diagramma conoscere la potenza meccanica o la coppia, in ognuna delle condizioni corrispondenti ai varii punti del diagramma circolare. Così pure, mediante il cerchio tratteggiato in figura si ricava il fattore di potenza della corrente assorbita in ogni condizione di carico, e mediante i triangoli tratteggiati si può calcolare il coefficiente di rendimento ed il valore dello scorrimento percentuale, con costruzioni assai semplici.

Costruiti i diversi diagrammi di Grob si è proceduto alla ricerca dei punti appartenenti ai singoli cerchi e corrispondenti alle stesse potenze utili.

A tale proposito occorre tener presente che la scala delle potenze utili nei varii diagrammi non è la stessa; per trovarne la relazione si può ricercarla per le potenze totali, rappresentati dalle ordinate del cerchio delle correnti. Tali ordinate che rappresentano i valori della

In tal modo, avendosi su ogni cerchio due punti di ugual potenza si possono riunire con delle curve continue che rappresenteranno linee di ugual potenza utile, per tutte le condizioni di funzionamento tra 75 e 200 volt. Una di tali curve è la linea $ABCD$ che corrisponde ad un carico di 3120 Watt. Altre ne sono tracciate nella fig. 4 corrispondenti a carichi più elevati, che sono indicati in kW sulle curve.

Se il motore nel suo funzionamento normale con un carico determinato, si trova ad un tratto alimentato con tensione più bassa o più alta, senza che il suo carico varii, la corrente da esso assorbita, varierà come grandezza e come fase, e l'estremo del vettore rappre-

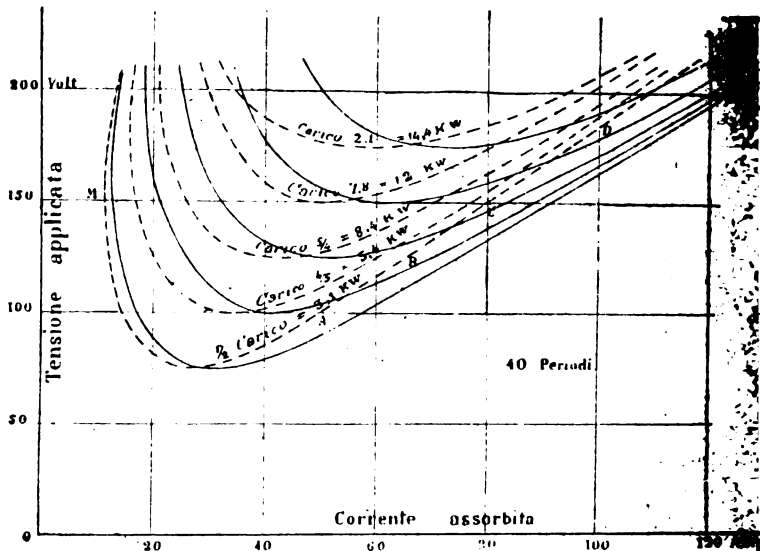



Fig. 5. — Linee di ugual coppia e di ugual potenza al variare della tensione applicata.

sentativo della corrente nel diagramma polare, si muoverà appunto su una delle linee citate. E' molto facile allora, con l'ausilio di queste curve, misurare l'entità delle variazioni della corrente assorbita, la

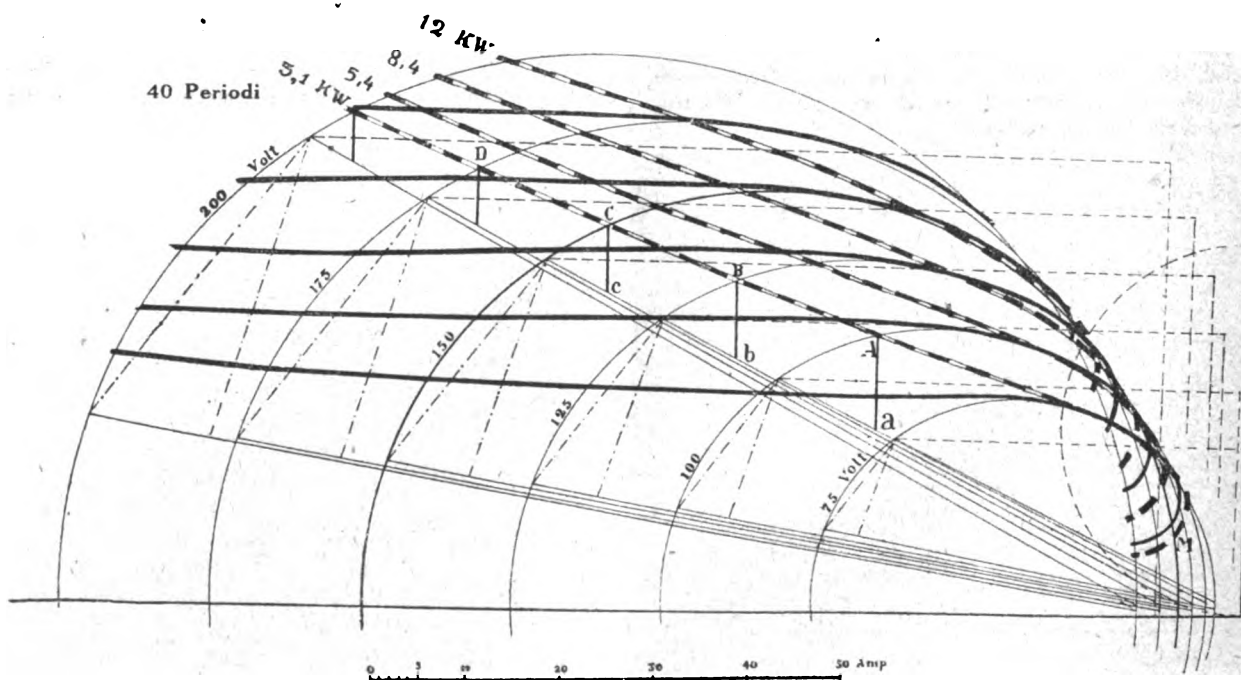



Fig. 4. — Ricerca delle linee di ugual coppia e di ugual potenza al variare della tensione applicata.

componente verticale della corrente si trasformano in potenze elettriche assorbite, moltiplicandole per la tripla tensione $3\ V$; essendo la potenza rappresentata da

$$W = 3\ V\ (\mathrm{I}\cos\varphi)$$

Si vede perciò che una stessa ordinata rappresenta nei diversi diagrammi dei valori della potenza proporzionali alla tensione rispettiva. Naturalmente, per ricercare i punti dei diversi cerchi, cui corrisponde la medesima potenza, occorre cercare quelli che hanno ordinate variabili in ragione inversa della tensione rispettiva.

(*) Nella costruzione dei suoi diagrammi l'A non si è ottenuto alle norme internazionali relative al senso di rotazione dei rettori, data la complessità dei diagrammi stessi abbiamo creduto, in via eccezionale, di non farli rifare. *(N. d. R.)*

variazione del fattore di potenza, del coefficiente di rendimento, dello scorrimento percentuale.

Anzi, per rendere più chiara la variazione della corrente assorbita, che è l'elemento più importante ai fini del presente lavoro, si è dedotto dal diagramma polare un diagramma cartesiano (fig. 5) ove sono riportate come ascisse le intensità della corrente assorbita, e come ordinate le tensioni. Le curve di egual potenza, ivi tracciate, sono tratteggiate, come quelle corrispondenti della fig. 4.

Esse si presentano a forma di V come le curve di Weckes dei motori sincroni; ed indicano che esiste, per ogni valore del carico, un valore minimo di tensione, compatibile colla marcia del motore. Se, coll'abbassarsi della tensione, tale minimo viene raggiunto, il motore assorbe una corrente rapidamente crescente, e si ferma. Ciò è do-

vuto al fatto che, per quel valore minimo della tensione, la coppia applicata è la massima. Ad una tensione più bassa, cui corrisponde un cerchio delle correnti più piccolo, non è possibile che il motore sopporti quella coppia, e esso tende a fermarsi passando nel ramo di instabilità del diagramma nel quale ogni rallentamento porta diminuzione di coppia motrice ed aumento di corrente assorbita. In conseguenza il motore si ferma ed assorbe dalla linea la corrente di corto circuito.

Così il tratto utile delle curve di ugual potenza della fig. 5 è quello di sinistra: esso si riferisce a condizioni di funzionamento con fattore di potenza elevato e con buon rendimento, come appare dall'osservazione della fig. 4; e limitatamente alla porzione compresa tra la tensione normale (od una tensione anche più alta) ed il punto di minimo suddetto. A questo minimo però il motore non dovrebbe mai avvicinarsi, perchè esso rappresenta una condizione assai instabile e pericolosa.

Dalle curve di ugual potenza appare, che pel motore in esame, considerando come tensione normale quella di 150 Volt, un abbassamento di questa provoca in generale un aumento della intensità di corrente assorbita. Si deduce però dalla forma di queste curve che, per carichi molto bassi, si ha invece diminuzione della corrente assorbita per l'abbassamento della tensione. Infatti la macchina si avvicina in tal modo alla condizione di funzionamento a vuoto, e la corrente di magnetizzazione acquista importanza predominante nella corrente totale. Si vede dalla figura che, nel caso in esame, tale fatto si verifica dal 1/2 carico circa (3120 Watt) in giù, infatti la curva passante per *M* ha ivi la tangente verticale e quelle corrispondenti a carichi più elevati presentano tutte aumenti di corrente per diminuzioni di tensione. Invece a tensione più elevata si comincia a manifestare l'aumento di corrente a partire da carichi più forti, ed a mezzo carico si ha ancora diminuzione di corrente per l'abbassamento di tensione. Riferendosi alle curve tratteggiate si possono ricavare delle tabelle, indicanti il gradiente della corrente assorbita, rispetto alla tensione di alimentazione, in funzione del carico, come pure l'aumento della corrente in funzione dell'abbassamento percentuale di tensione. Si ricava che l'aumento di corrente è abbastanza piccolo a carichi moderati, comincia a diventare assai importante per carichi prossimi al normale, ed a carichi più elevati diventa esagerato, apportando alla macchina quegli inconvenienti, di cui si è parlato avanti.

*

In modo perfettamente analogo a quello ora accennato, si può eseguire la ricerca delle condizioni di funzionamento al variare della tensione applicata, quando resta costante la coppia resistente applicata al motore.

Nei diagrammi circolari, ricercando i punti di ciascuno, a cui corrisponde un ugual valore del momento motore, si possono avere delle curve di egual coppia, che hanno l'andamento segnato nella fig. 4 a tratto pieno. Esse rappresentano il luogo dell'estremo del vettore rappresentativo della intensità di corrente assorbita dal motore, quando, variando la tensione applicata, la coppia si mantiene costante. La loro forma è analoga a quella delle curve di ugual lavoro. Anche esse possono esser trasformate in curve a forma di *V* nel diagramma cartesiano, e come tali sono riportate a tratto pieno nella fig. 5. Si nota anche in queste un minimo che rappresenta la condizione di funzionamento instabile e pericoloso della macchina, sicchè anche nel funzionamento a coppia costante, in generale, salvo per carichi piccolissimi, si ha un aumento di corrente per ogni abbassamento di tensione. Ciò avviene a 150 Volt dal 1/2 carico in su come per il funzionamento a lavoro costante.

In quanto alle relazioni quantitative che si possono ricavare da queste curve, si nota che l'andamento di queste è identico a quello delle curve già studiate, di lavoro costante, almeno nella parte che rappresenta un funzionamento stabile della macchina. Quindi le relazioni che si ricaverebbero per il gradiente della corrente assorbita, a tensioni diverse, o per gli effettivi aumenti di corrente per dati abbassamenti di tensione, sarebbero le stesse di quelle già ricavate precedentemente.

*

Resta a considerare la variazione delle altre grandezze, in conseguenza degli abbassamenti di tensione, cioè del fattore di potenza, del coefficiente di rendimento e dello scorrimento del motore. Tale ricerca si esegue facilmente sulla stessa fig. 4, seguendo le curve di ugual potenza e di egual coppia e ricordando le proprietà del diagramma di Grob. Anche qui consideriamo il funzionamento a carico costante, estendendo poi i risultati anche al caso in cui la coppia resta costante, data la coincidenza dei due fasci di curve, nel tratto utile di queste. Nella fig. 6 sono riportate le variazioni del fattore di potenza al variare della tensione, dedotte dalle curve polari di ugual potenza. Si vede che ad un abbassamento della tensione corrisponde in generale un aumento del fattore di potenza, salvo che per carichi superiori al normale.

Anche tali curve hanno un ramo corrispondente al funzionamento instabile, verso la condizione di corto circuito, segnato a tratti nella figura, a cui competono valori del cos φ più bassi.

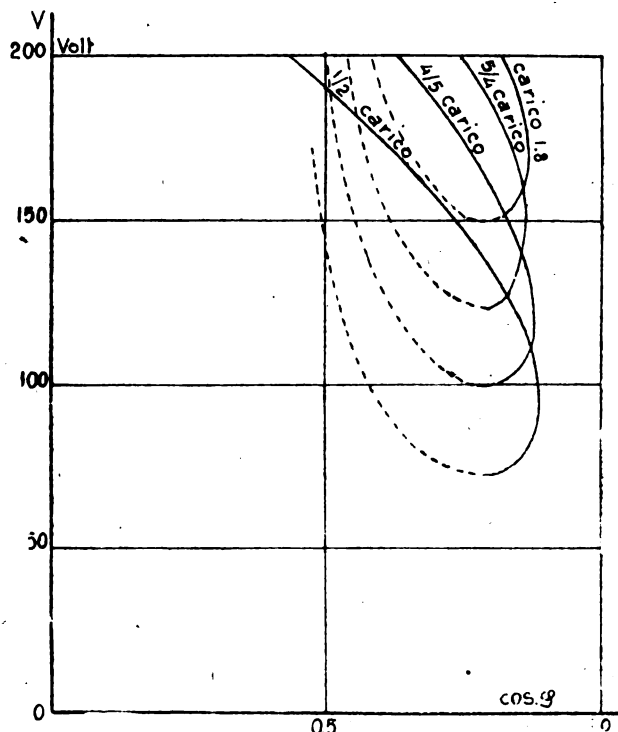



Fig. 6. — Variazione del cos φ a carico costante in funzione della tensione applicata.

Riguardo al coefficiente di rendimento, facilmente rilevabile nel diagramma circolare, si sono ricavate dalla fig. 4 le curve contenute nella fig. 7 in funzione della tensione.

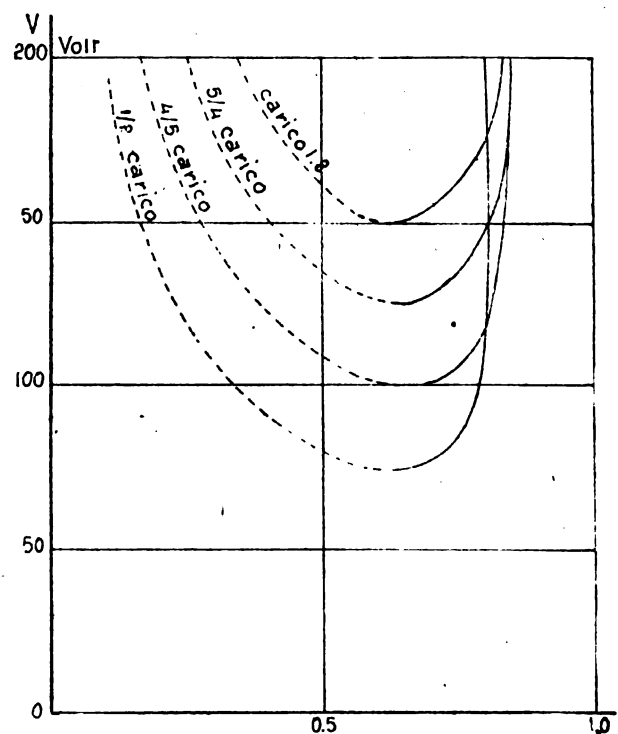



Fig. 7. — Variazione del coefficiente di rendimento a carico costante in funzione della tensione applicata.

Come si vede le variazioni del rendimento, a differenza delle grandezze precedenti sono abbastanza piccole nel tratto corrispondente al funzionamento stabile della macchina. Abbassandosi la tensione abbiamo un insensibile aumento del rendimento a 1/2 carico e una piccola diminuzione pei carichi forti, rispetto al valore che si ha a 150 Volt.

In quanto alle variazioni di scorrimento causate dalla diminuzione di tensione, esse pure possono esser dedotte dall'esame della

fig. 4, essendo lo scorrimento percentuale definito dall'angolo avente il vertice all'estremo della retta dei momenti (condizione di scorrimento ∞), e per lati la retta dei momenti stessa, e le proiettanti dal punto anzidetto dell'estremo del vettore. Nella fig. 4 sono rappresentate con linee a tratti e punti i triangoli che servono a definire i valori dello scorrimento in ognuno dei diagrammi circolari. Si possono così dedurre altre tabelle e curve per mettere in evidenza le variazioni dello scorrimento.

*

Riassumendo, nel funzionamento del motore a carico costante oppure a coppia costante, ogni abbassamento di tensione porta sempre (salvo pei carichi piccolissimi) un aumento di corrente assorbita con peggioramento del rendimento e con rallentamento della macchina. Il fattore di potenza subisce invece in generale un aumento specialmente a tensioni elevate. Finchè gli abbassamenti di tensione sono di qualche unità per cento gli inconvenienti non sono molto gravi, ma possono diventare sensibili se l'alimentazione avviene a tensione notevolmente più bassa. Non è quindi consigliabile l'applicazione di motori progettati per una tensione sotto tensioni più basse, e bisogna cercare che tale fatto non avvenga naturalmente nelle reti in esercizio. Invece l'aumento della tensione, ove questo sia sopportato dall'isolamento della macchina apporta quasi sempre un beneficio al funzionamento del motore. Esiste poi per ogni valore del carico una tensione minima al disotto della quale non è possibile scendere, e che rappresenta anche una condizione pericolosa, perchè il motore, giunto a tale tensione critica tende a rallentare sempre più, con forte aumento della corrente assorbita, per passare nella condizione di corto circuito. Naturalmente la corrente non può diventare grandissima perchè gli organi di sicurezza lo impediranno, tuttavia il funzionamento della macchina, per l'interruzione continua del circuito, diviene assai difficile.

§ 4. – Costruzione dei diagrammi circolari per tensione costante e frequenza variabile.

Esaurito così lo studio dei fenomeni apportati dalle modificazioni della tensione, passiamo a considerare l'effetto delle variazioni di frequenza.

Supporremo naturalmente d'ora innanzi costante il valore della tensione, ed eguale al valore normale di 150 Volt, mentre daremo alla frequenza i valori di 30, 35, 40, 45, 50 periodi, ad ognuno dei quali corrisponde un diagramma circolare determinato, i cui dati fondamentali sono già noti dalle misure riportate nel paragr. 3. Tali dati sono stati direttamente rilevati per le frequenze di 30, 40 e 50 periodi, mentre per le intermedie si possono dedurre dalle fig. 2 e 3 tracciando curve intermedie a quelle esistenti, e basandosi sul criterio della proporzionalità delle tensioni alle frequenze.

Costruiti i diagrammi circolari si sono anche in questo caso ricercati i punti su ciascuno di essi, che corrispondono alla medesima potenza sviluppata ed alla stessa coppia motrice.

Non c'è in questo caso alcuna modificazione di scala delle potenze, nei diagrammi corrispondenti a frequenze diverse: essendo la tensione costante per tutti, la potenza assorbita è rappresentata proporzionalmente dal valore di $I \cos \varphi$ qualunque sia il cerchio su cui si considera l'estremo del vettore I.

Le curve di ugual potenza così ricavate sono segnate nella fig. 8 con linee tratteggiate, e presentano un andamento diverso da quelle ricavate con tensione variabile. Anche queste curve si possono riportare in un diagramma cartesiano che metta in evidenza le variazioni della corrente assorbita al variare della frequenza. Tale ricerca si può eseguire sulla fig. 9, ove sono riportate come ascisse le correnti assorbite, e come ordinate le frequenze. Le curve di ugual potenza (tratteggiate in figura) si presentano a forma di V capovolto, e dimostrano che esiste per ogni carico una frequenza massima, oltre la quale il motore non può giungere. Se, elevandosi la frequenza della corrente alimentatrice, questa giungesse a tale valore massimo, la macchina

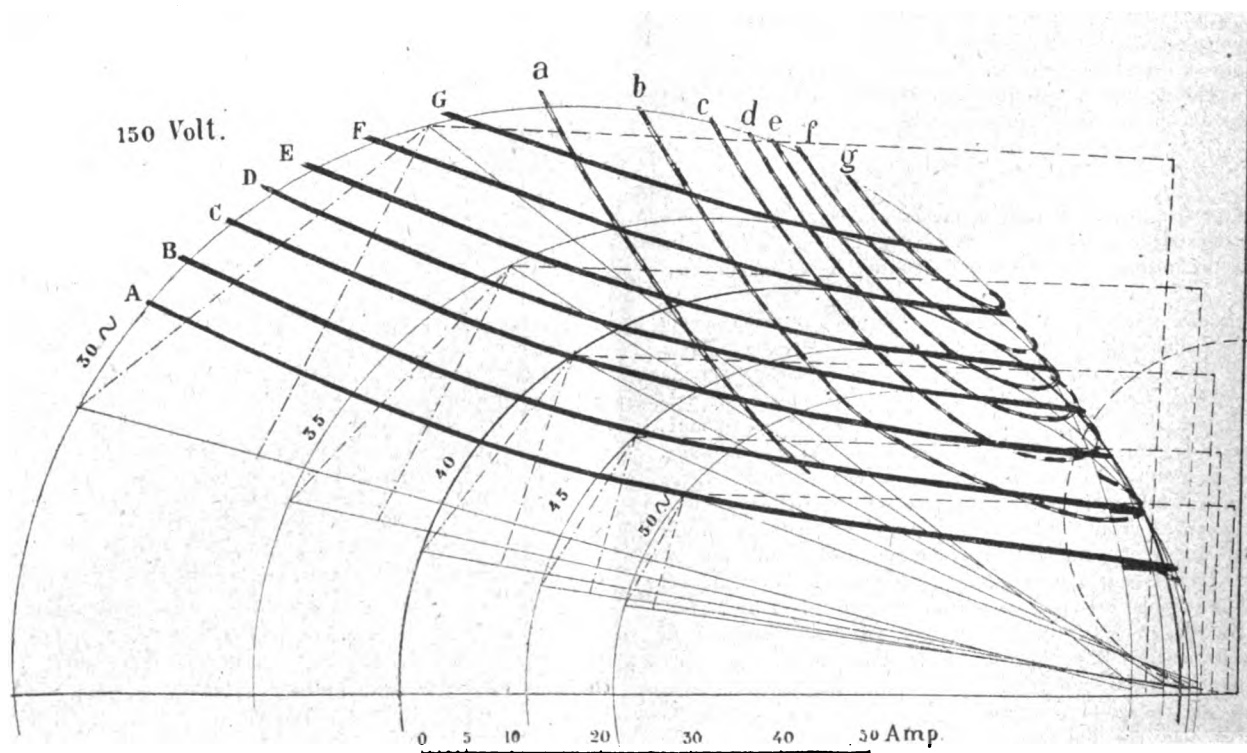



Fig. 8. — Ricerca delle linee di ugual coppia, o di ugual potenza, al variare della frequenza.

Curve a carico costante — — — — —

a 3/4 di carico = 4,9 kW
b carico 1,20 = 7.9 "
c " 1,50 = 9.9 "
d " 1,60 = 10.5 "
e " 1,70 = 11,2 "
f " 1,76 = 11,6 "
g " 1,85 = 12,3 "

Curve a coppia costante ————

A Coppia 4/5 della normale
B " 1,17 " "
C " 1,50 " "
D " 1,77 " "
E " 2,0 " "
F " 2,28 (coppia massima a 40 ∿)

Di tutti questi risultati abbiamo una conferma sperimentale, per le prove eseguite su due motori diversi, di cui si è rilevata sperimentalmente la corrente assorbita ed il fattore di potenza, mentre questi erano sollecitati ad un carico costante. Si sono, così, riprodotte le curve di ugual lavoro suddette, e si può osservare che esse hanno un andamento analogo a quello trovato coi diagrammi circolari.

passerebbe nella zona destra della curva avendo come caratteristica una forte corrente assorbita con notevole spostamento di fase e forte scorrimento; cioè tenderebbe a raggiungere la condizione di corto circuito. Partendo invece da una condizione qualunque di regime, gli abbassamenti della frequenza applicata non possono condurre la macchina ad una condizione di instabilità.

Si vede dalla forma delle curve, e specialmente del ramo sinistro che più ci interessa, che un abbassamento di frequenza porta sempre aumento della corrente assorbita, tanto più sentito, quanto più bassa è la frequenza originaria.

Si ha invece diminuzione della corrente assorbita, al diminuire della frequenza quando si è prossimi al valore critico innanzi detto;

Fig. 9. — Linee di ugual coppia e di ugual potenza, al variare della frequenza.

Curve a carico costante — — — — —

a	³/₄ di carico	= 4,9 kW
b	carico 1,20	= 7,6 »
c	» 1,50	= 9,9 »
d	» 1,60	= 10,5 »
e	» 1,70	= 11,2 »
f	» 1,76	= 11,6 »
g	» 1,85	= 12,3 »

Curve a coppia costante ————

A	Coppia	⁴/₅ della normale
B	»	1,17 » »
C	»	1,50 » »
D	»	1,77 » »
E	»	2,0 » »
F	»	2,28 (coppia massima a 40 ∽)

ciò si verifica ad esempio per il carico 1.77 del normale al disotto di 40 V, per quello 1.60 del normale al disotto di 50 V, e per carichi più bassi a frequenze molto più alte.

Possiamo anche in questo caso dedurre dalla fig. 9 delle tabelle indicanti il gradiente della corrente assorbita rispetto alla frequenza pei carichi diversi, ovvero gli aumenti effettivi di corrente per date diminuzioni di frequenza.

*

Se si considera, anzichè il funzionamento a potenza costante quello a coppia costante, tracciando nella fig. 8 delle linee di ugual coppia, ottenute con le solite regole, e poi riportandole in coordinate cartesiane nella fig. 9 si osserva che queste nuove curve (disegnate a tratto pieno in entrambe le figure) hanno qualitativamente un andamento analogo a quelle di eguale potenza, ma sono diversamente inclinate rispetto agli assi.

Anche da queste curve si possono dedurre delle tabelle per raccogliere i risultati quantitativi.

In modo analogo a quanto si è fatto per le variazioni di tensione, si può ora ricercare sui diagrammi polari, contenuti nella fig. 8, le variazioni del fattore di potenza, del rendimento e dello scorrimento, al variare della frequenza, sia nel funzionamento a carico costante (scorrendo sulle linee tratteggiate) sia in quello a coppia costante (scorrendo sulle linee intere), e riportare tali risultati quantitativi in tabelle numeriche. Da queste poi, potrebbero dedursi altre curve, analoghe a quelle della fig. 9, per tutte le grandezze considerate.

Si riassumono qui in seguito i risultati di tali ricerche.

Quando la frequenza della rete alimentatrice si abbassa si ha, al carico normale o inferiore, un notevole aumento della corrente assorbita, tanto più forte quanto minore è il carico, con diminuzione del fattore di potenza, mentre invece restano pressochè costanti lo scorrimento ed il coefficiente di rendimento.

Se il carico è molto superiore al normale gli abbassamenti di frequenza non influiscono sulla corrente e sul cos φ, ma aumentano leggermente il rendimento e diminuiscono lo scorrimento.

Tale funzionamento però interessa poco in pratica, perchè non può essere stabile e duraturo; quindi si conclude che in un motore ad induzione l'abbassamento della frequenza porta sempre un peggioramento del funzionamento nei riguardi dell'aumento di corrente e del riscaldamento del rame; mentre le perdite complessive si mantengono pressochè inalterate dato che il rendimento è quasi costante.

§ 5. – Funzionamento dei motori con tensione e frequenza variabile.

E' questo il caso di quelle macchine la cui rete alimentatrice sia insufficientemente servita dall'impianto generatore, in modo da produrre per i forti carichi elettrici nella rete, un rallentamento delle macchine motrici. Si comprende che se l'abbassamento di tensione e quello della frequenza sono separatamente causa di cattivo funzionamento della macchina, la loro esistenza contemporanea potrà apportare disturbi assai più gravi di quelli notati per l'esistenza di ciascuno. E' facile anzi, con la scorta delle osservazioni precedenti, dedurre quali saranno le condizioni della macchina per dati abbassamenti di tensione e frequenza. Così per es. se, per un rallentamento del macchinario generatore dell'energia elettrica, la tensione e la frequenza si abbassano contemporaneamente del 10% ed un motore polifase è applicato alla rete, avendo un carico costante uguale al normale, la corrente da esso assorbita subirà un aumento percentuale somma di quello dovuto all'abbassamento di tensione (circa 13%) e di quello dovuto all'abbassamento di frequenza (circa 6%) cioè di circa il 19% rispetto al valore normale. Questi dati si ricavano meglio dalle curve (fig. 5 e 9) che da tabelle numeriche, sia per la maggiore facilità di interpolazione, sia perchè è possibile riferirsi ad un punto di partenza qualunque.

Anzi riferendosi addirittura alle curve di ugual potenza o di ugual coppia delle fig. 4 e 8 si potrà, intercalando un maggior numero di cerchi tra quelli esistenti, dedurre subito, dato l'abbassamento di tensione le nuove condizioni di funzionamento, dalle quali, seguendo le altre curve di ugual lavoro (o coppia) si può vedere l'ulteriore peggioramento provocato dalla frequenza. E si ottiene così il vantaggio di ottenere, non solo la grandezza nuova della corrente assorbita, ma tutte le altre grandezze interessanti in pratica. Così per esempio pel caso citato si può trovar che oltre all'aumento della corrente assorbita si ha un aumento di cos φ di circa 9%; mentre il rendimento resta quasi costante, e lo scorrimento cresce del 30%. Come si vede il funzionamento è peggiorato notevolmente rispetto alle condizioni iniziali, sia per l'aumento delle perdite per effetto Joule, sia per il rallentamento della macchina, che rende meno efficace il raffreddamento dovuto alla ventilazione. La macchina così potrà funzionare per lo scatto degli organi di protezione.

§ 6. – Verifica sperimentale dei risultati ottenuti.

Allo scopo di verificare l'esattezza dei risultati precedenti e di confermarne la validità anche per altri tipi di motori, diversi da quello considerato, si è proceduto alla misura diretta sul motore stesso (grande, con indotto ad anelli e reostato avviamento) e su un altro usato per l'Officina (piccolo col rotore in corto circuito) della corrente assorbita sotto carico e delle altre grandezze considerate. Sul primo si è studiato il funzionamento a potenza costante, poichè esso era collegato, con una trasmissione a cinghia, ad un alternatore, alimentante un quadro di lampade. A questo alternatore si fece fornire una potenza costante, prima piccola, poi più alta, mentre si facevano variare le condizioni di alimentazione dell'altro alternatore che alimentava il motore. Cosicchè variando la velocità di questo alternatore, si ottennero delle curve di carico a frequenza variabile, mentre variandone l'eccitazione si ebbero delle curve a tensione variabile. Mediante due wattometri si potè misurare sia la potenza assorbita, sia il fattore di potenza; mentre dalla media delle letture agli amperometri delle 3 fasi si ebbe l'intensità della corrente assorbita. La deduzione del rendimento non fu eseguita, data la scarsa attendibilità che presentava, essendo incognita, e variabile volta per volta, la potenza assorbita dalla trasmissione.

I risultati delle misure, sia sul grosso motore cui si riferiscono i calcoli precedenti, sia sul piccolo motore d'officina, confermano esattamente quelli già ottenuti nei paragrafi precedenti. E' caratteristica la realizzazione pratica della condizione critica innanzi detta, nella quale, abbassandosi la tensione fino al valore minimo per cui può sussistere un dato carico, si ha un brusco aumento di corrente assorbita, con forte rallentamento della macchina, che tende addirittura a fermarsi restando in corto circuito sotto la linea. Da questa condizione di instabilità si esce aumentando nuovamente la tensione alimentatrice, con che la macchina ripiglia gli stessi valori di corrente assorbita che aveva prima (ramo sinistro delle curve a *V* della fig. 5) anzichè quelli corrispondenti al ramo destro della curva, rappresentante condizioni di funzionamento instabile.

L'altra condizione pericolosa notata è quella che corrisponde all'aumento eccessivo della frequenza, e tale condizione si è ugualmente verificata praticamente.

*

Da queste misure si può dedurre che i risultati dello studio eseguito, se anche non sono applicabili a tutti i tipi di motori polifasi ad induzione, date le condizioni diverse in cui possono trovarsi le loro parti magnetiche ed elettriche, sono però applicabili a tipi completamente diversi tra loro per potenza e per costruzione.

Essi possono quindi servire di norma ogni volta che si vuole applicare un motore progettato per determinate condizioni, ad una rete avente caratteristiche diverse, e permettono di prevedere quale sarà, nelle nuove condizioni, il funzionamento della macchina.

§ 7. – **Conclusioni.**

Raggruppando i risultati delle considerazioni teoriche, confortati dalle misure eseguite direttamente sui due tipi di motori considerati si deducono le seguenti proprietà:

a) Nel funzionamento a carico costante un abbassamento della tensione porta, a carico normale, aumento di corrente assorbita, molto più forte della diminuzione percentuale di tensione, e contemporaneamente un leggero aumento del cos φ, una notevole diminuzione del rendimento e un leggero rallentamento cosicchè il funzionamento è assai peggiore. Ai carichi più bassi l'aumento di corrente è più esiguo, il cos φ aumenta notevolmente; il rendimento è pressochè costante ed il rallentamento è sempre piccolo. La macchina quindi non si trova in cattive condizioni.

b) Invece un abbassamento della frequenza porta a carico normale un aumento sensibile di corrente, senza cambiamento del cos φ e del rendimento, e con leggera diminuzione di scorrimento; cosicchè la macchina rallenta per la diminuzione di frequenza e subisce un riscaldamento eccessivo, mentre a carichi più bassi l'aumento di corrente assorbita diventa importante, e il cos φ si abbassa notevolmente: il rendimento resta quasi costante, ma la macchina si riscalda più che a carico normale.

c) Nel funzionamento a coppia costante — Un abbassamento di tensione porta conseguenze analoghe a quelle già trovate nel caso del carico costante, quindi anche in questo caso diventa cattivo il funzionamento per la tendenza della macchina a fermarsi; con forte aumento della corrente assorbita.

d) Invece l'abbassamento della frequenza porta a carico normale, un leggero aumento della corrente assorbita e una diminuzione del cos φ; il rendimento resta costante e lo scorrimento diminuisce leggermente; quindi si peggiora il funzionamento per l'aumento di corrente e per il rallentamento.

A carichi più bassi del normale l'aumento di corrente diventa più importante, con maggior ritardo di fase rispetto alla tensione, ed il resto non si altera, cosicchè il funzionamento è peggiore che nel carico normale. I casi più temibili pel funzionamento della macchina sono quindi un abbassamento di tensione quando il carico è forte (ed è facile giungere all'arresto del motore) o un abbassamento di frequenza, specialmente con carichi piccoli (che porta riscaldamento generale della macchina nonostante le perdite limitate).

Sono questi i casi più interessanti in pratica, poichè è piuttosto raro che un motore sia lungamente costretto a fornire una potenza superiore a quella per cui è stato costruito, o sia applicata ad una rete avente la frequenza o la tensione maggiore di quelle previste, ad ogni modo è facile osservando le tabelle o i grafici rilevati prevedere in ogni caso quale potrà essere il funzionamento nelle nuove condizioni.

Napoli, Istituto Elettrotecnico del Politecnico, maggio 1920.

LETTERE ALLA REDAZIONE

In materia di tariffe per l'energia elettrica.

Riceviamo e pubblichiamo:

*Nell'*Elettrotecnica *del 25 maggio, il collega ing. Cesari ha pubblicato un interessante articolo « Per un miglior assetto delle tariffe di vendita dell'energia elettrica ».*

Condivido coll'ing. Cesari l'opinione che l'argomento delle tariffe sia, per la sua importanza, uno dei più meritevoli di studio da parte delle imprese elettriche. Mi permetta però l'egregio collega di non condividere la fiducia, colla quale egli ritiene che l'auspicato assetto possa realizzarsi in base ad una semplice formola.

Di studi sulle tariffe è stata piena la letteratura tecnica da quando, or sono una trentina d'anni, il Hopkinson pubblicò il suo ben noto e classico lavoro. Eppure ad onta di una così copiosa letteratura che ha sviscerato l'argomento sotto ogni punto di vista, sì da far sembrare alquanto dubbio che ancora possano trovarsi, come il Cesari vorrebbe, basi e criteri nuovi di tariffazione, le tariffe hanno sinora progredito, forse più che in virtù degli studi teorici, per merito di quei pazienti funzionari che nelle varie aziende hanno dovuto sobbarcarsi al gravoso compito di trattare col nuovo utente. *Sono questi funzionari i responsabili di quella piccola babele che il Cesari rimprovera; ma ad essi va dato il merito di quell'equilibrio che dopo molti anni è stato raggiunto fra domanda ed offerta, cosicchè giustamente il Cesari stesso riconosce che i punti più delicati del problema non possono affrontarsi se non in base ai documenti che si trovano nelle attuali tariffe.*

La caratteristica principale dello studio dell'ing. Cesari è quella di aver cercato di comprendere sinteticamente in una sola formola, tutto il problema delle tariffe. Tentando di assegnare ai coefficienti dei valori o dei rapporti limiti, il Cesari ha estesa l'applicazione della formola a tutto il campo dell'energia elettrica. Ora mi permetta l'egregio collega di osservare che una simile generalizzazione, oltre ad avere un valore pratico relativo, potrebbe, se male intesa, riuscire dannosa a quella stessa industria elettrica che il Cesari e tutti noi, vogliamo veder svilupparsi e progredire.

Una assegnazione di valori ai coefficienti dell'espressione del Cesari per tutto l'immenso campo di applicazioni della energia elettrica, non mi risulta sia stata mai tentata da nessuno. Quelle stesse commissioni americane, che sono citate dal Cesari, hanno sempre affrontato, con maggiore o minor successo, problemi concreti assai più limitati di quello che il Cesari si è posto; ed anche in campi più ristretti si sono spesso trovate di fronte a difficoltà tutt'altro che lievi.

A mio modesto avviso, il voler intavolare l'equazione generale del problema della tariffazione, quando in pratica le questioni si presentano sempre in campi più ristretti ma più concreti, è poco utile ed è anzi dannoso. Tanto più se in un avvenire prossimo dovesse sorgere il pericolo di veder la nostra burocrazia interessarsi dello studio di questo problema. E' bensì vero che questo pericolo il Cesari si è per l'appunto proposto di prevenire col suo lavoro: permetta tuttavia l'egregio collega di osservargli che il ritenere, come egli fa, la sua formola in pratica di molto più semplice applicazione che non sembri e lo sperare nella realizzazione di tariffe non solo a tipo unico, ma anche a costanti uniche, sembra a me un ottimismo veramente un po' temerario.

Questo in linea generale. Venendo ad alcune questioni di dettaglio, vorrei osservare che la definizione di fattore *di carico data dal Cesari è una definizione nuova e non in armonia con ciò che per lo più si intende quando si parla di fattore di carico. I fattori di carico determinati dalle commissioni americane sono, per lo più, i* load factors, *ossia differenti dai fattori del Cesari, mentre alla definizione del Cesari più si accosta invece il fattore di diversità studiato dal* Wright *già molti anni or sono. Anche ai fattori di diversità si è tentato di assegnare dei valori numerici, però, per quanto a me risulta, con scarso risultato pratico. Del resto, anche se i fattori di diversità, o di non simultaneità, potessero essere esattamente determinati, essi avrebbero ben poco valore per la ripartizione degli oneri fissi. Mi sia infatti permesso di ricordare di aver altra volta dimostrato* [1] *che la ripartizione degli oneri fissi, in base al semplice concetto del prelievo nell'istante del massimo, non conduce a risultati equi. E mi sia permesso ricordare anche un altro concetto che a me sembra fondamentale in materia di tariffe e sul quale pure in altra occasione ebbi a soffermarmi* [2] *e cioè che quelli che nei riguardi dell'azienda nel suo complesso sono veramente oneri fissi, non è affatto detto debbano essere tradotti tal quali sotto for-*

[1] *Electrician*, Vol. 68, 1912, pag. 921.

[2] *L'Elettrotecnica*, 15 e 25 febbraio 1914.

ma di quote fisse (ossia indipendenti dal consumo) anche nelle tariffe per i singoli utenti. Queste parole non significano altro se non che quella maggiore elasticità di tariffe che la pratica ha sanzionato per rispetto alla vecchia e classica regola del Wright e del Hopkinson, è perfettamente giustificata anche dalla teoria.

Vi è poi un altro punto che merita di essere ricordato. La ripartizione degli oneri fissi dell'azienda nelle tre note categorie, è una parte sola dello studio delle tariffe. Un'altra parte importante è il lato formale *della questione, ossia l'impostazione di una tariffa di facile applicazione pratica, non solo per le trattative coll'utente, ma anche per il calcolo delle bollette. La formola a tre costanti non è affatto detto che sia pratica e bastevole alle molteplici esigenze delle tariffe. Anche in America le tariffe a tre costanti sono di uso limitatissimo e ciò perchè le tre costanti in pratica talora sono troppe (come nel caso dei piccoli utenti); talora invece (come per i forti utenti) non sono più costanti, ma diventano variabili. Il lato formale della questione delle tariffe, come altra volta ebbi a mostrare, ha dunque anch'esso molteplici esigenze a cui occorre adattarsi con tariffe differenziali, con scale mobili ecc. ecc.*

Milano, 1° *giugno* 1921.

RENZO NORSA.

L'Ing. Cesari così risponde:

Roma, 16 *Giugno* 1921.

Egregio Direttore,

leggo l'interessante lettera del collega ed amico Ing. Norsa. Nessuno meglio di lui, che ha studiato a fondo e fra i primi l'argomento, può dare un giudizio in materia: mi sembra tuttavia che Egli non abbia attentamente letto il mio articolo.

In fatto io ho trattato il problema più dal punto di vista generale che particolare e l'ho trattato sulla formola a tre costanti dichiarando di voler solo farne una esemplificazione e non fondare un «sistema». Le parti del mio modesto articolo a cui io annettevo maggior peso sono la prima e l'ultima, quelle cioè dove ho tentato di dimostrare: che la «materia» del contratto di elettrovendita è assai complessa e diversa da quella che ordinariamente si crede; che le tariffe devono quindi tener conto distintamente di tutte le varie parti della prestazione che l'Esercente fa all'Utente; che oltre a questi elementi devesi tener conto per le singole classi di Utenti del rispettivo «valore del servizio»: che infine mi sembra giunto il momento di separare in tre distinti rami di attività industriale l'esercizio delle Imprese elettriche, produzione, trasporto e distribuzione.

Il Norsa ha ragione quando afferma l'impossibilità di stabilire una «equazione generale» buona per tutti gli Utenti. Più che una equazione l'esempio da me svolto è una matrice. *Infatti io stesso ho rilevato come nella massima parte dei casi ne deriva una formola binomia, quale fu adottata dalla Edison e dalla maggioranza delle Imprese Americane: e ne può anche in qualche caso scaturire una formola monomia. Così la necessità di dividere in «classi» gli Utenti, da me pure rilevata, collima perfettamente con quanto l'egregio Norsa osserva sulla «casistica» che in pratica viene a crearsi dall'esame delle circostanze di ciascun singolo contratto nuovo. Nè va dimenticato che l'enorme massa degli Utenti (quelli urbani), numericamente almeno il 95%, non danno mai luogo a perplessità del genere di quelle accennate dal Norsa, e possono quindi benissimo esser trattati con criterii rigidamente uniformi.*

Ed è qui opportuno dire che il movente del mio modesto articolo fu precisamente e principalmente l'informazione da me avuta che nelle competenti sfere si comincia a pensare ad un controllo statale sulle tariffe. Gli inconvenienti dei recenti Decreti semplicisti ad aumento fisso ed uniforme insieme ad altre circostanze emerse durante la loro gestazione hanno indotto qualche personaggio autorevole nella convinzione della necessità di un controllo. Ora, dato l'imperante demagogismo, è vano sperare che qualche cosa in questo senso non debba purtroppo presto o tardi avvenire: questo, a mio parere, è di quei pericoli che non si possono evitare altrimenti che andando loro incontro. Di qui la necessità di essere preparati e di studiare fin d'ora delle norme di tariffazione che tranquillizzino la coscienza della massa degli Utenti togliendo ad essa l'impressione che dietro la trattativa «caso per caso» si nasconda una esosità che quasi mai non esiste.

Che poi queste norme siano stabilite in un modo o nell'altro, con formole algebriche o con articoli normativi, poco importa. Importa che siano ben chiare, e che se ne lasci la libera contrattazione ai soli interessati, che sono gli Esercenti e gli Utenti.

Se a questo non cerchiamo di giungere presto noi, ci giungerà la burocrazia: con quale bella soddisfazione di tutti e con che ammirevoli risultati è facile prevedere.

Sono lieto dell'occasione, egregio Direttore, per ringraziarLa e riverirLa con particolare stima

Dev.mo: Ing. CESARI.

*

Questioni di priorità e di amor proprio nazionale.

Riceviamo e pubblichiamo:

*All'On. Redazione dell'*Elettrotecnica
Via S. Paolo, 10 MILANO

Si tratta di «blague» da parte di Francesi o di «sconoscenza» da parte di Italiani?

Nel Génie Civil del 14 Maggio 1921 N. 2022 vi è un articolo che dà la descrizione della Stazione Radiotelegrafica di Nauen e che incomincia: Historique - Bien que la télégraphie sans fil, ainsi que la plupart des découvertes qui s'y rattachent, soient d'origine françaises, nous... *Non essendo versato in materia ho ritenuto che, se ciò fosse stato vero, avrei trovato la citazione di molti lavori e brevetti francesi nei libri che, in materia, sono stati pubblicati nei primi tempi della scoperta, o meglio della applicazione dei principi di radiotelegrafia, ed avendo sotto mano il volume della* «Telegrafia senza filo» di Augusto Righi e Bernardo Dessau pubblicato nel 1903, *ne ho scorse le citazioni bibliografiche e dei brevetti. Ahimè, su 186 opere e brevetti citati solo 25 erano francesi; avrò anche sbagliato a contare, ma fossero anche 30 su 186, il numero non depone a favore dell'affermazione del Génie Civil.*

Domando dunque agli egregi Colleghi specialisti: Si tratta di biague *francese o di* sconoscenza *italiana?*

Milano, 4 *giugno* 1921. ING. CARINI CESARE.

Con questa sua lettera il collega Carini ha espresso forse un po' rudemente un'idea, nella quale in sostanza ci pare non si possa fare a meno di consentire, sia pure parzialmente e con le dovute cortesi riserve. Se è umana e spiegabile, in ispecie per certi temperamenti nazionali, la tendenza a falsare o per lo meno a deviare la verità in materia di storia delle scienze a favore del proprio paese, non si può negare che molti stranieri sembrano ora obbedire a questa tendenza con molto maggiore docilità e con più completa disinvoltura degli italiani, i quali anzi si fanno il più delle volte uno scrupolo di eccedere nel senso opposto. Non è qui luogo di discutere, e la discussione potrebbe essere assai lunga, sui pregi e sui difetti di questi due diversi atteggiamenti. Ci sembra tuttavia che, con le dovute limitazioni, sia in massima preferibile il secondo.

Infatti il metodo straniero può alimentare la vanità nazionale delle persone estranee alla scienza, ma è molto dubbio se tale forma di vanità ed il conseguente chauvinisme si risolvano in ultima analisi in un vantaggio per la nazione che li professa. E quanto agli uomini di scienza, se essi sono veramente tali, ci sembra debbano essere così dominati nello spirito e nel metodo dal dovere dell'obbiettività, da riprovare le manovre di chi cerca scroccare gloria non del tutto meritata e da considerar tali manovre piuttosto come nocive che come giovevoli alla fama scientifica del paese, sia esso il nostro o l'altrui.

Del resto a noi pare che nelle scienze applicate come la nostra, il progresso giornaliero e spicciolo sia ormai per massima parte frutto di lavoro collettivo e che i meriti individuali ne risultino così attenuati che i tecnici veramente appassionati più a quel progresso che non alle loro gloriuzze personali, dovrebbero in generale appagarsi della coscienza di aver ad esso apportato un contributo sia pure modesto, ma non inutile; o per lo meno non arrabattarsi tanto faticosamente, come taluni fanno, ad imporne altrui il riconoscimento. C'è un senso di solidarietà scientifica e umana, in cui si può giungere a non rammaricarsi di vedere passare in seconda linea la propria individualità, quando si riconosce onestamente che essa, mentre non è inerte nè improduttiva, non è neppure di prima grandezza.

Quanto alle altre rare individualità, quelle degli uomini di eccezione, che hanno creato meravigliose discontinuità nella funzione del progresso; ebbene anche per esse è vano affaccendarsi a stiracchiare la storia. Nella quale, così almeno noi riteniamo a costo di essere tacciati di sorverchio ottimismo, anche le meglio architettate sofisticazioni del vero non reggono al lento morso del tempo; poichè, alla peggio, «Ai generosi giusta di gloria dispensiera è morte». Noi riteniamo quindi che si debbano lasciar cadere nel vuoto le affermazioni del genere di quella che ha rilevato il collega Carini, anche perchè a voler correr dietro a tutte quelle simili, che si pubblicano in Francia e altrove e che qualche volta troviamo tradotte bel bello in italiano, non si finirebbe più. E nel caso specifico l'autore del Génie Civil può scrivere fin che vuole il suo «historique» e i parrucconi possono discutere a lor posta sul valore scientifico (nel senso accademico della parola) di Guglielmo Marconi, sulla sua preparazione teorica al momento della scoperta e dopo, e su quante altre cose vogliono, ma tutto ciò non muta nulla al fatto che la radiotelegrafia l'ha inventata Marconi e che il nome di lui resterà nella storia indissolubilmente legato alla sua invenzione finchè duri questo che, forse con qualche eufemismo, si suol chiamare consorzio civile degli uomini.

★

Sul calcolo delle lunghe linee di trasmissione.

La discussione iniziatasi in seguito alla memoria degli Ingg. Fascetti e Melinossi (vedasi a pag. 388, quest'anno) prosegue con la seguente lettera che volentieri pubblichiamo:

Spett. Redazione,

Sulla questione della tensione più conveniente per le grandi linee di trasporto, mi permetto di osservare:

Se i risultati cui giungono gli Ingg. Fascetti e Melinossi sono subordinati alle condizioni da essi medesimi indicate e precisamente alle seguenti:

1°) che la linea sia di lunghezza tale che riducendo la tensione ad un'altra, minore, la diminuzione degli aggravi annui della centrale di produzione e della cabina ricevente sia piccola in confronto all'aumento degli aggravi annui della linea;

2°) che la caduta di tensione sia compatibile con un buon servizio;

3°) che l'analisi del costo degli isolatori, fatta come è spiegato dagli autori non modifichi la prima soluzione trovata;

4°) che il costo al kWh annuo, quello del rame e la quota di interesse ed ammortamento sieno esattamante fissate in precedenza;

sembra che il procedimento perda molto della sua generalità e si avvicini assai (tanto più se le condizioni 1°, 2° o 3° non si verificano alla prima soluzione trovata) allo studio del caso singolo, cioè a quello studio da cui non credo che praticamente si possa prescindere.

D'altra parte permettano gli egregi autori di osservare che trattandosi di «grandi linee di trasporto» vale ampiamente la pena di studiare il caso concreto, abbondando anche nei tentativi e confrontando soluzioni diverse: soltanto da confronti siffatti può anzi derivare il convincimento di aver trovato la soluzione migliore.

Passando all'ordine di idee espresse dal collega Ing. Rebora, credo fermamente che l'ingegneria resterà sempre un'arte.

L'intuito pratico e il senso della proporzione armonica, senza la quale non può aversi opera d'ingegneria ben fatta, non potranno mai essere surrogati da formule, usabili da chiunque, almeno finchè non sarà conosciuto tutto «il meccanismo dell'universo» inteso nel senso cartesiano.

Nel frattempo, che non sarà breve, aiutiamoci come possiamo, valendoci di tutte le nozioni a nostra disposizione, teoriche pratiche e intuitive.

Le formole e gli abachi dovrebbero impiegarsi molto sobriamente e limitatamente ai casi semplicissimi o di poca importanza, anche perchè il loro uso distoglie l'attenzione dai fenomeni fisici, economici ecc. su cui è impostato il problema.

Bari, 26 Giugno 1921. Ing. MARIO ASCOLI.

:: SUNTI E SOMMARI ::

APPLICAZIONI TERMICHE.

E. F. COLLINS — **Economia termica relativa dei forni elettrici ed a combustibile.** («General Electric Review»; settembre 1920, pag. 768).

Il rendimento termico di un forno diminuisce rapidamente coll'aumento di temperatura, in ragione principalmente del fatto che l'aria necessaria alla combustione deve essere portata alla temperatura del forno, il calore relativo sfuggendo poi coi prodotti di combustione, e, secondariamente, per effetto della cessione alle pareti (perdite per irraggiamento). Il rendimento di un forno non può essere previsto esattamente per la pluralità dei fattori influenzanti le perdite; p. es. una parte del calore può essere ricuperato mediante riscaldamento preventivo del combustibile o dell'aria ammessa oppure riscaldando occasionalmente dell'acqua od altro materiale; il forno può essere anche talvolta costruito sul principio di compensazione o circolazione inversa.

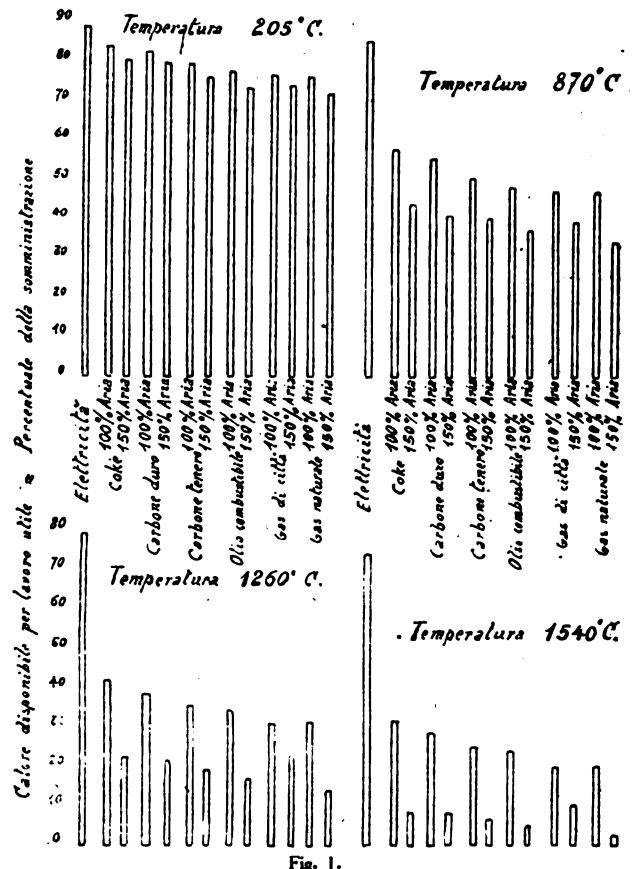



Fig. 1.

Ma queste considerazioni si estendono solo ai forni relativamente grandi progettati in vista dell'utilizzazione del calore disperso; ai forni ordinari non sono applicabili e dato che il calore teorico dei prodotti di combustione risulta praticamente tutto perduto non si può giungere ad un idea del rendimento ottenuto che per mezzo di calcoli.

L'autore ha perciò completato i dati raccolti al riguardo elencandoli sotto la forma di tabelle e diagrammi dai quali si possano trarre facilmente le informazioni volute ed eseguire il confronto dei vari combustibili col riscaldamento elettrico sulle basi del rendimento termico e del costo per unità di riscaldamento. Le applicazioni del riscaldamento elettrico si estendono e, dato che il costo dell'energia elettrica tende ad aumentare in misura più ridotta di quello del combustibile, si può presumere che presto si raggiungeranno delle condizioni in cui il costo comparativo (anche sulle basi teoriche delle calorie prodotte) non sarà sfavorevole al riscaldamento elettrico. Coi valori commerciali presenti, il vantaggio si limita solo alle temperature elevate.

La Tabella I (riportata solo parzialmente rispetto a quella fornita dall'autore) è compilata in modo da mostrare perdite termiche e

TABELLA I.

Economia termica relativa nei forni elettrici ed a combustibile.

1	2	3	4	5	6	7	8		9	
Sorgente di calore	Per cento di aria per combustione perfetta	Potere calorifico del combustibile od energia (calorie)	Temperatura del forno (centigradi)	Quantità di calore fornita (100 000 B.T.U.) calorie	Costo di base del combustibile od energia	Costo per (100 000 B.T.U.) (v. Col. 5)	Calore perduto (per cento)		Calore disponib. per lavoro utile	
							Gas dal camino	Radiazione	Per cento della somministrazione	Spese per 100 000 B.T.U.
Coke	100	7200	205	25200	10,00	0,0385	7,5	10	83,3	0,046
	150	7200	205	25200	10,00	0,0385	10,5	10	80,5	0,048
	100	7200	1540	25200	10,00	0,0385	57,5	25	31,9	0,121
	150	7200	1540	25200	10,00	0,0385	87,0	25	9,7	0,395
Elettricità	—	3415	205	25200	1	0,293	0	10	90,0	0,326
	—	3415	1540	25200	1	0,293	0	25	75,0	0,390
Gas di città	100	5200	205	25200	1	0,17	15,0	10	76,5	0,222
	150	5200	205	25200	1	0,17	17,5	10	74,2	0,229
	100	5200	1540	25200	1	0,17	72,5	25	20,6	0,822
	150	5200	1540	25200	1	0,17	85,0	25	11,2	1,510
Combustibile liquido	100	10600	205	25200	10	0,0748	14,0	10	77,4	0,097
	150	10600	205	25200	10	0,0748	17,5	10	74,2	0,101
	100	10600	1540	25200	10	0,0748	67,5	25	24,4	0,305
	150	10600	1540	25200	10	0,0748	94,0	25	4,5	

costo per 100 000 British Thermal Units (la B. T. U. corrisponde alla quantità di calore necessaria per riscaldare di un grado Fahrenheit una libbra di acqua pura: da cui 1 Caloria = 3,968 B. T. U.) alle temperature di 205° C (400 F.), 870° C (1600 F.), 1260° C (2300 F.), 1540° C (2800 F.), usualmente impiegate rispettivamente per la ricottura, trattamento termico, forgiatura e fusione. I valori delle perdite pei gas del camino sono state calcolate per il 100 per cento di aria (valore teorico richiesto per una combustione perfetta) ed anche per il 150 per cento, il che rappresenta più prossimamente le condizioni usuali. Per le quattro temperature menzionate sono state ammesse arbitrariamente delle perdite del 10, 15, 20 e 25 per cento e la stessa perdita per irraggiamento è comune a tutte le specie di combustibili come se fossero bruciati in un medesimo forno. I calori di combustione sono quelli medi ed i costi unitari in cifra tonda. Da questi costi convenzionali si possono dedurre gli effettivi moltiplicando per dei coefficienti stabiliti in base ai prezzi attuali. I valori della tabella sono portati in diagramma nella fig. 1 la quale mostra in modo suggestivo le caratteristiche delle diverse installazioni. Naturalmente le condizioni esposte sono solo ipotetiche ed i valori dei rendimenti saranno in pratica assai inferiori, salvo nel caso dell'elettricità che evidentemente è tutta convertita in valore, sfuggendo il solo irraggiamento. Dall'esame della tabella è evidente la rapida diminuzione di rendimento coll'aumento di temperatura e la maggior fornitura d'aria. Le spese inerenti alle varie specie di combustibili e per il 150 per cento di aria sono mostrate dalla fig. 2 dall'esame della quale si può a sua volta dedurre come l'elettricità dia luogo, per unità termica prodotta, ad una spesa relativamente elevata. Nel computo non si sono tenute evidentemente pre-

F.g. 2.

senti delle spese accessorie come quelle derivanti dal maneggio e magazzinaggio del combustibile, costo delle riparazioni, ecc. Coll'elettricità si possono però avere vantaggi non esprimibili dalle nude cifre ed atti a rendere il costo unitario inferiore agli altri combustibili, offrendo una reale riduzione nel costo complessivo di manifattura per l'aumentata capacità di lavorazione ed il miglioramento del prodotto. Rispetto al fossile ed al coke, di immagazzinamento e di combustione difficili, al gas naturale limitato a poca estensione ed esauribile, al gas illuminante piuttosto costoso e non sempre disponibile in quantità, l'olio minerale è quello che presenta la maggior convenienza per la facilità di immagazzinamento, maneggio e distribuzione, valore termico concentrato, costo (in passato) ridotto e disponibilità abbondante. Questi due ultimi vantaggi non si verificano ora quasi più, ragione per cui molti industriali sono tentati di ricorrere al riscaldamento elettrico.

Fra le molte applicazioni recenti si possono citare i forni elettrici per la cottura della vernice giapponese e dello smalto (specialmente usati per la rifinitura degli automobili) e quelli per la ricottura dei nuclei (che prima, se minuti, erano soggetti a rotture e perdite per disuguale riscaldamento) per la quale operazione il forno elettrico è assai indicato in causa della distribuzione uniforme e del controllo automatico della temperatura, in ragione di che si abbrevia il tempo richiesto dalla ricottura. Anche in molte trafilerie l'adozione del forno elettrico ha introdotta una economia effettiva. In appresso sono riportati brevemente dei dati relativi alla ricottura di filo di acciaio per sgrassamento ed a suo disseccamento dopo l'acidificazione.

Trattandosi di operazioni non implicanti rifinimento sembrerebbe che il forno elettrico non dovesse presentare nessun vantaggio; il confronto col riscaldamento a coke è in questo caso assai interessante, sia perchè nelle installazioni relative i forni avevano le stesse dimensioni, sia perchè il genere di combustibile tratto in impiego è fra quelli a più buon mercato mentre l'elettricità (sulle basi del calore svolto) è fra i più dispendiosi alla temperatura di essiccamento e ricottura. Per una ricottura sotto la produzione normale ed alla temperatura di 525° F (274° C) si hanno 12,926 dollari per tonnellata col funzionamento elettrico, contro 22,289 colla conduzione a coke; sotto la produzione massima le cifre scendono rispettivamente ad 1,917 e 2,154 dollari. Per una ricottura a 320° F (165° C) ad esito normale, col forno elettrico si ha una spesa di 1.435 dollari per tonnellata; con quello a coke 2,019; analogamente, sotto l'esito massimo le cifre divengono 0,702 e 0,656. Come si vede nel forno a coke il costo del combustibile è praticamente trascurabile rispetto a quello del maneggio, riparazioni ed altre passività; col forno elettrico accade il contrario.

Per due forni a cuore del tipo usato per la tempera degli utensili, punzoni, frese ecc. si ebbe a parità di area, di specie di lavorazioni e di temperatura: per quello ad olio minerale una spesa oraria di 23,1 cents (a 14 cents per gallone = 4,35 litri) e per quello alimentato elettricamente 10 cents (ad 1,25 cents per kW-h).

Il forno elettrico in questione era provvisto di regolazione automatica di temperatura e di un interruttore a tempo escludente l'energia alla fine del giorno lavorativo per riapplicarla nelle prime ore del mattino seguente.

Tanto nel forno ad olio quanto in quello elettrico il calore per riscaldare l'acciaio è minimo (in quello elettrico 8,96 kW-h a forno pieno e 8,04 a forno vuoto, cioè rappresentato quasi esclusivamente dalla perdita per radiazione). I forni elettrici del genere hanno elementi di resistenza metallici e possono servire per ricottura, tempera e carburazione fino alla temperatura di 1000° C. Per temperature superiori, quali sono richieste dalla forgiatura e fusione, occorre ricorrere al tipo ad arco. L'autore, dati i vantaggi dei forni elettrici, ritiene che questi soppianteranno in breve quelli ad olio che sono diffusissimi e che il riscaldamento elettrico industriale verrà in un avvenire non lontano ad avere la stessa espansione dell'energia a scopo meccanico.

G. E.

* *

ELETTROTECNICA GENERALE.

R. E. HELLMUND — **Elevazioni di temperatura causate da brevi sovraccarichi.** (Electrical World, 26 marzo 1921, pag. 707).

In parecchi casi i motori elettrici sono destinati a sopportare carichi fortemente variabili, come avviene negli apparecchi di sollevamento, nei motori di trazione ecc. L'autore studia delle formule le quali permettono di calcolare la temperatura che assumerà un motore dopo un certo tempo di funzionamento a un carico dato, una volta che sieno state determinate per quel singolo motore, due costanti dipendenti dalle condizioni di ventilazioni e dal calore specifico totale del motore.

La quantità di calore che si genera durante il funzionamento è proporzionale alle perdite L totali nel motore. Il calore così prodotto è in parte disperso per ventilazione e radiazione sulla superficie del motore, e per la rimanente parte assorbito dalla massa del motore producendo un aumento di temperatura.

Indicando con L_a quella porzione delle perdite che viene assorbita dal motore stesso, e con $d\,T$ l'elevazione di temperatura prodottasi in un tempo brevissimo $d\,t$, esisterà la relazione:

$$\frac{d\,T}{d\,t} = \frac{L_a}{M} \tag{1}$$

dove M è una costante dipendente dall'equivalente calorifico in acqua della massa totale del motore.

La parte L_v delle perdite che viene dispersa per effetto di ventilazione dipende dalla efficacia e dal modo con cui la ventilazione è effettuata, e dalla differenza T di temperatura fra la macchina e l'ambiente. Se la ventilazione è forzata, essa è costante per tutte le condizioni di funzionamento. Ma anche quando la ventilazione è naturale, è possibile nella maggior parte dei casi di assumere un valore medio costante per il periodo durante il quale dura il sovraccarico.

Si può quindi porre $L_v = K\,T$ dove K è una costante dipendente dal tipo ed efficacia della ventilazione.

Se con L indichiamo le perdite totali nel motore potremo scrivere:

$$L_a = L - L_v = L - K\,T$$

e sostituendo nello (1) questo valore e risolvendo l'equazione differenziale otteniamo:

$$T = e^{-\frac{K\,t}{M}} \left\{ \left(\frac{LM}{MK} \right) e^{\frac{K\,t}{M}} + C \right\} \tag{2}$$

La costante C si determina considerando le condizioni iniziali ossia per $t = 0$ e $T = T_0$ dove T_0 è sopraelevazione di temperatura

della macchina sull'ambiente, all'inizio del periodo che si considera; si ottiene così:

$$c = T_0 - \frac{L}{K}$$

e sostituendo questo valore nelle (2) si ottiene facilmente

$$T = \frac{L}{K} + \left(T_0 - \frac{L}{K}\right) e^{-\frac{KT}{M}} \quad (3)$$

Occorre ora determinare i valori L, K e M che entrano nella formula.

Il valore delle perdite L per la macchina in esame, si può in ogni caso ricavare da un diagramma che dia le perdite in funzione della potenza sviluppata, oppure dalla curva del rendimento.

La costante di ventilazione K si determina eseguendo una prova sulla macchina con un carico costante pel quale siano note le perdite L_c e si misuri la massima temperatura raggiunta. Si può ritenere praticamente: $K = \frac{L_c}{T_c}$.

L'autore consiglia di prepararsi tracciata una curva dei valori di K in funzione delle velocità.

Anche il valore M si può determinare sperimentalmente. Sia T_s la temperatura raggiunta alla fine di un periodo di funzionamento durato t_s minuti, e sia K_s il valore di K corrispondente alla velocità impiegata nell'esperienza. Allora dalla formula (3) abbiamo

$$T_s = \frac{L_s}{K_s} + \left(T_0 - \frac{L_s}{K_s}\right) e^{-\frac{K_s t}{M}}.$$

dove L_s indica le perdite durante il periodo di prova. Se, come conviene di fare, si parte con motore freddo, ossia si ha $T_0 = 0$, si può ricavare

$$M = K_s t_s \frac{\log e}{\log\left(T_s \frac{K_s}{L_s}\right) - 1}$$

E' sempre prudente assumere come valori di M e di K la media dei valori risultanti da parecchie determinazioni.

Nei casi in cui si verifichi che certe parti del motore subiscano elevazioni di temperatura assai diverse da quelle di altre parti, l'autore consiglia di considerare queste parti separatamente dal resto determinando per esse le opportune costanti.

L'autore illustra il suo studio con un esempio numerico relativo a un motore da grue.

Il valore della costante K relativa alla ventilazione, varia linearmente con la velocità; nei calcoli è conveniente assumere il valore di K corrispondente alla velocità media durante il periodo che si considera.

R. S. N.

* *

ELETTROFISICA.

G. POLVANI. — **Come varia nel tempo lo spettro della scintilla elettrica.** (Nuovo Cimento, serie VI, vol. XX, pagg. 119-184, fascicoli di novembre-dicembre 1920).

Il metodo usato dall'A. in questo studio sperimentale è quello di proiettare per mezzo di uno specchio concavo rotante l'immagine della scintilla sulla fenditura di uno spettrografo, disponendo lo specchio in modo che il suo centro di figura sia sull'asse ottico del collimatore e il suo asse di rotazione risulti parallelo all'asse della scintilla e perpendicolare all'asse ottico del collimatore e alla fenditura dello spettrografo; cosicchè lungo questa verranno a succedersi le varie immagini della scintilla corrispondentemente al succedersi dei tempi.

Poichè quando la dispersione dello spettrografo e la sottigliezza della fenditura siano quali si richiedono per avere una buona spettrografia, una sola scintilla non è sufficiente ad impressionare la lastra fotografica ma ne occorrono molte, moltissime, la difficoltà di ottenere allora che l'inizio di tutte le scintille avvenga proprio solo e quando lo specchio assume, rotando, una determinata posizione, cosicchè le relative immagini proiettate sulla fenditura risultino tutte perfettamente *in concordanza* tra loro, fu dall'A. superata felicemente approfittando — per consiglio del Prof. Puccianti — dell'effetto fotoelettrico di Hertz, come mezzo provocatore a tempo della scarica.

Per studiare la disposizione migliore e più semplice per usare l'effetto fotoelettrico, l'A. ha eseguito alcune esperienze preliminari che sono essenziali per l'apparecchio sperimentale usato nella ricerca spettroscopica e che crediamo opportuno riassumere brevemente.

P è una comune lanterna da proiezione cui è tolto l'obbiettivo e sostituito al condensatore un diaframma con una piccola fenditura orizzontale F e ai carboni dell'arco elettrico A interno alla lanterna, due grosse bacchette di ferro per ottenere dall'arco maggior copia di raggi ultravioletti.

Il fascio luminoso uscente dalla fenditura F è raccolto tutto da uno specchio concavo s, rotante intorno ad un asse orizzontale. Lo specchio è disposto in maniera che passando, nel girare, per una determinata posizione proietta l'immagine della fenditura sulle punte *di rame* di uno spinterometro I. Queste, distanti tra loro circa due millimetri, e disposte orizzontalmente, erano connesse, attraverso ad un'elica di filo grosso di rame, con le armature di un condensatore C di notevole capacità, che veniva caricato da una macchina elettrostatica. La scarica di questo circuito risultava oscillante. Lo specchio

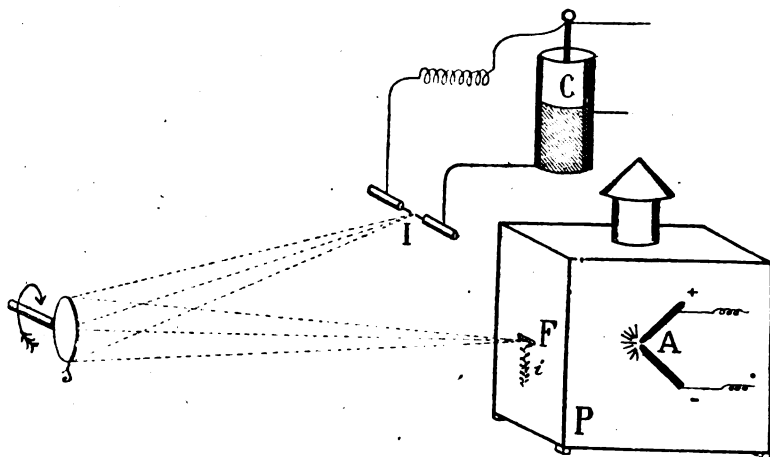



Fig. 1.

faceva una cinquantina di giri al minuto secondo, e la durata di ciascuna illuminazione a cui era soggetto lo spinterometro era di 1/200 000 di secondo circa.

Questa semplice disposizione sperimentale permise di verificare facilmente e con buona approssimazione, se le scariche nel circuito si iniziassero nei momenti in cui lo specchio illuminava lo spinterometro: infatti se questo fosse accaduto la striscia luminosa *i*, col noto aspetto di spiga, data dallo specchio rotante quale immagine della scintilla, avrebbe dovuto formarsi sul diaframma posto anteriormente alla lanterna cominciando proprio dalla fenditura. L'esperienza confermò questa previsione, purchè la distanza esplosiva non fosse superiore ai 2 — 3 mm. Facendo dei segni di riferimento sul diaframma, si riconosce facilmente che le immagini delle successive scintille presentano in generale tra loro solo lievi discordanze, le quali sono dovute in piccola parte a veri e fortuiti ritardi della scarica, rispetto al momento di illuminazione dello spinterometro, e per la maggior parte al fatto che le scintille non mantengono mai nè la stessa forma nè la stessa posizione tra le punte dello spinteromento. Vedremo come l'A. abbia rimosso questo inconveniente.

Ma tutto ciò non era che un primo passo, perchè, l'esperienza ora descritta non riesce qualunque sia il metallo con cui sono fatte le punte dello *spinterometro sensibile* [1], sicchè divenne necessario che la scintilla sensibile non fosse quella stessa da esaminarsi spettrograficamente; e questa necessità condusse l'A. a modificare l'esperienza nel modo seguente; cioè ad interrompere il circuito di scarica in un altro punto intercalandovi un secondo spinterometro E, il quale veniva così a trovarsi in serie col primo.

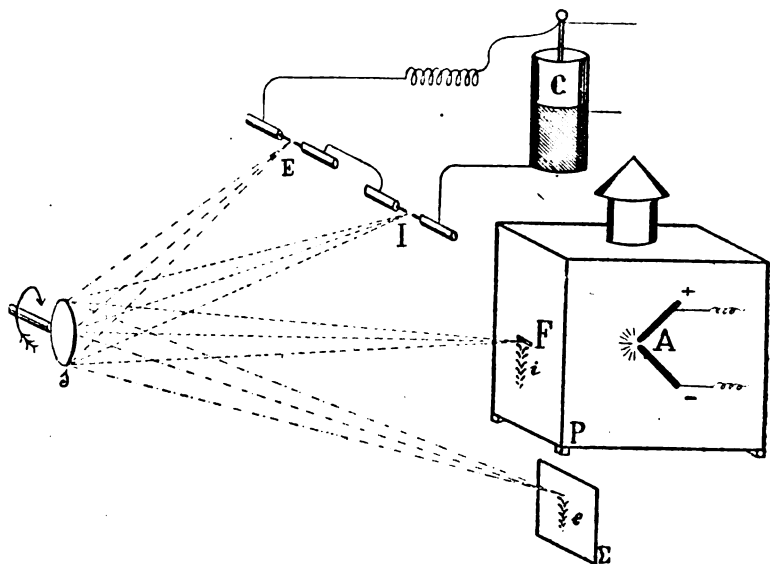



Fig. 2.

[1] L'A. chiama brevemente *spinterometro sensibile* e *scintilla sensibile* (sottintendi all'« azione della luce ultravioletta ») rispettivamente lo spinterometro soggetto all'azione della luce ultravioletta proiettatavi dallo specchio, e la scintilla che scocca tra le sue punte.

Anche con tale disposizione la scarica nel circuito si inizia quando il primo spinterometro riceve dallo specchio rotante la luce dell'arco; inoltre la scintilla del secondo spinterometro può essere, senza pregiudizio della concordanza delle immagini, assai più lunga (2 — 3 mm di più).

Con la disposizione dei due spinterometri in serie l'A. raggiunge questi tre vantaggi:

1°) di variare a volontà il metallo formante le punte del secondo spinterometro, usando anche i metalli meno sensibili all'effetto fotoelettrico.

2°) di proiettare, con lo stesso specchio usato per l'illuminazione dello spinterometro sensibile, pur di collocare opportunamente il secondo spinterometro *E*, l'immagine e della scintilla di questo stesso spinterometro nel posto più conveniente (*E*) (che nel caso delle ricerche spettrografiche sarà poi la fenditura dello spettrografo), mentre invece l'immagine *i* della scintilla sensibile è in ogni caso proiettata necessariamente sulla sorgente luminosa che la determina.

3°) di fare uso eventualmente di potenziali più elevati.

La disposizione usata nell'esperienza dei due spinterometri è essenzialmente quella definitiva impiegata per lo studio spettrografico delle variazioni spettrali della scintilla.

Per tutti i particolari dell'apparecchio sperimentale (particolari che sono numerosissimi e non superflui al buon andamento delle esperienze) siamo costretti a rimandare il lettore alla Memoria originale; qui ne ricorderemo solo i più importanti.

Gli elettrodi dell'arco *A* formano un angolo pressochè retto e giacciono in un piano verticale; il positivo è collocato superiormente. La luce dell'arco non cade direttamente sullo specchio; ma per mezzo di un sistema ottico in quarzo fortemente convergente (24 diottrie) che proietta sullo specchio l'immagine dello stesso arco ingrandita. E' ottenuta così la costanza della illuminazione dello spinterometro sensibile anche quando l'arco subisca — come è inevitabile — piccole fluttuazioni.

Per eliminare l'inconveniente, già accennato, delle variazioni di forma delle scintille, l'A. ha interposto tra lo specchio e lo spinterometro della scintilla in esame, immediatamente accanto alle punte dello spinterometro, un diaframma con foro (rettangolare) piccolissimo, attraverso il quale lo specchio vede le scintille.

La determinazione del numero dei giri per secondo dello specchio era ottenuto acusticamente, determinando la nota data da una piccola rota di Savart fissata sull'asse di rotazione dello specchio.

Lo spinterometro in esame, e il suo diaframma erano fissati sopra una pesante slitta porta-utensile tolta ad un tornio: così, manovrando le viti della slitta, si poteva far fare allo spinterometro piccoli movimenti; cosa necessaria per mettere a punto l'immagine proiettata sulla fenditura del collimatore. Lungo questa era fissata una scala millimetrata riferendosi alla quale l'A. poteva decidere della concordanza o meno delle immagini. Queste erano infine osservate con un cannocchiale.

Lo scoccare a tempo della scintilla per effetto foto-elettrico, risente certo dello stato di jonizzazione dell'ambiente, cosicchè talora la concordanza delle immagini non era molto buona, tal'altra invece ottima.

Ad esempio l'A. è riuscito ad ottenere, in una serie di cento scintille consecutive, che 81 delle immagini corrispondenti si formassero sulla fenditura del collimatore con uno scarto reciproco *massimo* di mezzo millimetro; 6 con scarti compresi tra mezzo millimetro e tre millimetri. Le immagini delle rimanenti 13 scintille non furono proiettate sulla fenditura (segno che mancò per esse la provocazione a tempo della scarica per effetto fotoelettrico o fu troppo tardiva). Quindi su 87 immagini, utili per la ricezione dello spettrogramma, 81 (cioè 93%) hanno presentato lo scarto reciproco massimo di mezzo millimetro. Serie dunque veramente ottima se si considera che un mezzo millimetro era (per le velocità dello specchio usate dall'A. (40 - 50 giri al sec.)) 1/16 circa della distanza che separava due massimi luminosi delle immagini della scintilla in esame; ciò che è equivale a dire che due scintille le cui immagini presentassero una differenza di scarti di 1/2 mm avevano le loro oscillazioni luminose sfasate di 22° circa e si iniziavano con un intervallo di tempo (rispetto al momento della concordanza) di 1/1000000 di secondo circa.

L'A. infine fissa un unico criterio nella cernita degli spettrogrammi fondandosi su questo dato tratto dall'esperienza: *se le scintille le cui immagini presentano scarti dannosi* (¹) *erano in numero non superiore all'8 per cento di quelle necessarie per ottenere in fotografia una certa riga, il disturbo che queste scintille dagli scarti dannosi, portavano all'immagine fotografica della riga, era trascurabile.*

L'esperienze spettrografiche si riferiscono a tre distinti casi:

A) scintille tra elettrodi di un medesimo metallo ottenute con scariche oscillanti;

B) scintille tra elettrodi di metalli diversi ottenute con scariche oscillanti;

C) scintille tra elettrodi di un medesimo metallo ottenute con scariche continue di breve durata (brusche) (per queste ultime l'elica di filo di rame era sostituita con una resistenza ad acqua acidulata).

(¹) Cioè maggiori di ½ millimetro e relativi ad immagini effettivamente formatesi sulla fenditura.

A. — Le condizioni del circuito di scarica furono le seguenti:
periodo d'oscillazione delle scariche: 35×10^{-6} secondi;
coefficiente d'auto-induzione del circuito: 48×10^{-5} henry;
capacità del candensatore: 65×10^{-9} farad;
distanze esplosive dei due spinterometri: 2-3 mm.

L'A. si è limitato *allo studio delle variazioni che lo spettro della parte mediana delle scintille subisce durante le prime oscillazioni della scarica.*

I metalli esaminati sono: alluminio, calcio, piombo, tallio, bismuto, magnesio, zinco, cadmio, zinco amalgamato, cadmio amalgamato.

Ecco i caratteri più notevoli che presentano le righe degli spettri esaminati:

a) — Variazioni, passando dall'uno al successivo mezzo periodo della scarica, dell'intensità luminosa media relativa a ciascun mezzo periodo.

b) — Variazioni periodiche di intensità, più o meno sensibilmente combinate con le precedenti.

c) — Differenze di fase tra le oscillazioni di intensità luminosa delle varie righe.

Questi tre caratteri non risultano indipendenti tra loro; e precisamente l'anticipazione di fase, la variazione periodica ben spiccata della luminosità, e la variazione di intensità media negativa vanno concordi, e sono presentate dalle righe « enhanced » del Lockyer. Invece le righe che presentano variazioni periodiche appena sensibili o nulle, hanno la loro intensità media crescente, non appartengono a quelle date come « enhanced » e sono di più bassa eccitazione. Tra le righe che presentano variazioni periodiche ben nette di intensità luminosa e per le quali sia stata riconosciuta la dispersione anomala vi sono le H, K del Calcio. Queste due righe hanno i loro minimi sempre meno accentuati e l'intensità media crescente; si presentano invertite fin dal loro inizio e mancano di un'anticipazione decisa sulle altre righe. Esse sono date come « enhanced » dallo Steinhaus. Quindi debbono considerarsi come aventi un grado di eccitazione media tra le righe spiccatamente « enhanced » e quelle di bassa eccitazione. Le righe d'un medesimo termine di una serie di righe hanno dipendentemente con la loro intensità, caratteri uguali. Le righe della prima accessoria presentano variazioni periodiche più o meno accentuate a seconda dei metalli, con minimi successivi via via sempre meno pronunciati. Le righe d'aria presentano variazioni di intensità periodiche, ben nette con fasi di estinzione lunghe; la loro intensità media decresce assai rapidamente; le righe d'aria fini hanno durata più breve delle nebulose, spessissimo compaiono solamente in corrispondenza della prima mezza oscillazione della scarica e anticipano in generale su quelle nebulose.

B. — Le scintille studiate furono quelle tra le seguenti coppie di metalli: magnesio-alluminio, cadmio-alluminio, piombo-alluminio, piombo-cadmio, piombo-magnesio.

Le condizioni di queste esperienze relative a scintille tra elettrodi di metalli diversi furono quelle stesse dell'esperienze su scintille tra elettrodi del medesimo metallo.

I risultati ottenuti in questa seconda serie d'esperienze si possono così raccogliere:

Nello spettro della scintilla tra elettrodi di metalli diversi, ogni riga (del metallo) presenta i medesimi caratteri che possiede nella scintilla tra elettrodi fatti entrambi del metallo cui essa appartiene; ma, nelle mezze oscillazioni della scarica nelle quali risulta positivo l'elettrodo costruito col metallo cui la stessa riga appartiene, la sua intensità è più debole che nelle altre mezze oscillazioni; e questo indebolimento è tanto più pronunciato, e può giungere fino all'estinzione, in quelle righe che, nelle scintille tra elettrodi dello stesso metallo, presentano variazioni periodiche con minimi bene accentuati e intensità media decrescente.

C. — I metalli esaminati nella scarica brusca furono: calcio, tallio, magnesio, cadmio, alluminio, piombo, bismuto.

Le immagini delle scintille dello spinterometro *E*, proiettate dallo specchio sul collimatore, erano, anche per le velocità massime del motorino, lunghe al più un 35 mm., e perciò potevano essere proiettate per intero sulla fenditura dello spettrografo. Ecco i risultati ottenuti dall'A.

L'inizio della scarica è ricchissimo di righe di aria, la durata delle quali è inapprezzabilmente breve; insieme alle righe d'aria compaiono le righe del metallo debolissime alcune, altre più marcate. Le righe del metallo sono all'inizio deboli o debolissime, alcune fini altre nebulose; poi rapidissimamente crescono di intensità, indi si estinguono più o meno lentamente. Le righe del metallo sono poche ed in generale deboli; le righe d'aria numerosissime ed intense. La durata delle righe d'aria è inapprezzabilmente breve, quelle delle righe del metallo varia moltissimo da riga a riga. La durata delle righe del metallo *non* è tanto più grande quanto più intensa è la riga. Numerosissime righe, anche se molto meno intense di altre del medesimo metallo, hanno durata pressochè uguale. Le righe deboli e di durata notevolmente lunga appartengono a quelle che nella prima serie d'esperienze (*A*) presentano deboli variazioni periodiche di intensità, ed intensità media crescente; esse si iniziano nella scarica brusca con aspetto tanto più fine e tanto più debole quanto più deboli e meno pronunciate sono le variazioni periodiche di intensità che presentano nella scarica oscillante. Nella scarica brusca il massimo di intensità luminosa di queste righe tende a ritardare rispetto a quelli delle altre

righe; in qualche caso l'inizio di queste stesse righe è così debole da apparire un vero ritardo. Le righe che nella scarica oscillante presentano forti anticipazioni sulle altre ed hanno intensità media decrescente e variazioni periodiche di intensità ben decisa, in queste scariche brusche si sono manifestate deboli e di breve durata. Tutto lo spettro ha nel primo momento un aspetto caratteristico di nebulosità che fa pensare che un leggero spettro continuo sia sovrapposto a quello di righe.

★

Concludendo, i resultati ottenuti in queste tre serie di esperienze (*A*, *B*, *C*) sono in perfetto accordo con le idee che si hanno sopra la molteplicità spettroscopica degli elementi chimici e quindi ne sono una conferma.

Seguendo appunto queste idee, che essenzialmente consistono nell'ammettere la possibilità di far corrispondere i vari spettri di un medesimo elemento ai valori di un solo parametro «il grado d'eccitazione», è facile rendere ragione dei diversi comportamenti che nella scintilla le righe presentano tra loro o che una medesima riga presenta da momento a momento.

Poichè il valor medio dell'eccitazione spettroscopica da elevato che è all'inizio della scarica va poi a mano a mano abbassandosi con la durata di essa, le righe di bassa eccitazione avranno la loro intensità media crescente, e viceversa quelle di alta eccitazione avranno la loro intensità media decrescente. Analogamente si spiegano le variazioni periodiche tanto più accentuate quanto più è elevato il grado di eccitazione della riga. Così pure le varie differenze di fase tra i massimi luminosi hanno presumibilmente la loro origine nel fatto che i vapori metallici sono emessi in ogni mezza oscillazione della scarica con un grado di eccitazione che da altissimo al momento dell'emissione va poi durante la stessa mezza oscillazione della scarica rapidamente scemando. I più alti gradi di eccitazione sarebbero quindi presenti nei primi momenti della prima metà di ogni mezzo periodo della scarica, come i più bassi nella seconda metà e nelle fasi di estinzione della corrente elettrica. Perciò quando in tutta la durata della scarica si consideri l'intensità media delle righe, avviene rispetto alla molteplicità spettroscopica qualcosa di simile a ciò che avviene, rispetto alla medesima molteplicità, nella durata di una mezza oscillazione della scarica, considerando, bene inteso, in tal caso l'intensità istantanea.

Le differenze di fase tra le oscillazioni luminose delle righe, d'un medesimo elemento, sono talora tanto marcate da giungere fino all'opposizione.

L'A. confuta l'obbiezione possibile che queste differenze di fase siano in parte apparenti, e che in realtà la ragione degli spostamenti ottenuti nella ricezione fotografica tra i massimi luminosi delle varie righe si debba prevalentemente ricercare nel fatto che i vapori del metallo emittenti le varie righe giungono in tempi diversi, dipendentemente dalle velocità possedute, alla regione della scintilla che è esaminata spettrograficamente; e conferma invece che queste differenze di fase tra le oscillazioni luminose sono reali.

Le esperienze eseguite, su scintille tra elettrodi diversi avvalorano le conclusioni dedotte da quelle eseguite su scintille tra elettrodi di uno stesso metallo.

Infine le esperienze sulle scariche continue brusche confermano anch'esse le idee sulla scala di eccitazione in cui possono essere ordinati gli spettri di un elemento. In queste scariche il grado di eccitazione, elevatissimo in principio, precipita rapidissimamente dagli alti gradi ai bassi; perciò le righe se d'alta eccitazione avranno durata estremamente breve, se di bassa avranno durata più lunga e raggiungeranno il loro massimo luminoso più tardi. E nel caso delle esperienze dell'A., in cui erano state prese cure speciali per ridurre l'autoinduzione al minimo, (usando per le comunicazioni larghi nastri di metallo) lo spettro d'aria ha nelle scariche brusche decisamente la prevalenza, mentre lo spettro del metallo non abbonda ma anzi manca sovente di righe di alta eccitazione e compare con righe assai deboli. Il che fa pensare che nella luminosità di queste scintille molto brusche i vapori metallici abbiano veramente una parte secondaria.

★ ★

MATERIALI.

C. P. ROUX — **La lubrificazione nelle turbine a vapore.** (R. G. E., vol. VIII, 18 dicembre 1920, pag. 870).

Nei turbomotori moderni a servizio continuo è di capitale importanza disporre di un sistema di lubrificazione semplice ed efficace, la cui influenza benefica si faccia sentire nella diminuzione di perdite di potenza per attriti. La lubrificazione deve essere iniziata qualche istante prima della messa in moto della turbina e deve essere poi condotta così da ridurre la differenza di temperatura dell'olio all'entrata e all'uscita ad un grado che non ne pregiudichi la viscosità. Esso deve circolare puro di corpi estranei, sopratutto solidi, e scevro di traccie di acqua ed aria.

E' da tener ben presente che le proprietà lubrificanti dell'olio si alterano sotto l'influenza del calore e per effetto del mescolamento con l'aria, producendosi una coagulazione della parte viscosa sotto forma di un residuo di colore bruno insolubile. Inoltre l'azione combinata dei gas contenuti nelle bolle d'aria e nell'acqua, sotto l'influenza del calore, danno luogo alla formazione parziale di acidi, che attaccano il metallo dei cuscinetti. Grave danno questi risentono dalle traccie di acqua ed aria perchè non avendo lo stesso calore specifico dell'olio col loro strofinamento contro i cuscinetti generano temperature molto elevate con tendenza a corrodere e scalfire le facce sfreganti.

La viscosità dell'olio deve essere definita non già rispetto ad una temperatura fissa, ma rispetto a quella effettiva di funzionamento, poichè la viscosità decresce rapidamente al crescere della temperatura. Un buon olio lubrificante per turbine deve essere esente oltrechè da polvere, aria e acqua, anche da olio animale e vegetale, sapone, catrame, corpi saponificabili etc. Deve essere preparato e raffinato di tal guisa da non formare emulsione quando agitato con acqua pura.

Quanto alla viscosità si tenga presente che un olio molto viscoso produce maggior giuoco ed è specialmente efficace con cuscinetti e alberi grossi, ai quali resta aderente anche a turbina ferma. Col diminuire della viscosità gli oli circolano più rapidamente e liberamente. Le perdite nei cuscinetti variano secondo la qualità e la viscosità, che è diminuita dal loro aumento di temperatura. E' bene che i cuscinetti sieno provvisti di dispositivo di controllo dell'alimentazione e della temperatura dell'olio.

Buona norma costruttiva è quella di dimensionarli in guisa da mantenere la temperatura massima di funzionamento fra 38° e 42° C. evitando il raffreddamento ad acqua. La lubrificazione dovrebbe essere permanente in tutte le parti strofinanti, fatta a pressione ed assicurata con doppio giuoco di pompe d'olio così disposto che in caso di avaria di una, l'altra possa subito entrare in azione automaticamente.

Il deposito di servizio dell'olio deve essere facilmente accessibile, le tubazioni debbono partirne un poco al disopra del fondo così che in esso possano formarsi eventuali sedimenti di materie estranee.

La potenzialità del sistema di lubrificazione per una macchina a grande velocità e di grande potenza ha importanza capitale. Infatti accade di frequente che l'olio sia messo rapidamente fuori uso, ciò dipende da insufficiente potenzialità del sistema, che l'obbliga a percorrere rapidamente il suo ciclo senza lasciargli il tempo di sbarazzarsi delle impurità raccolte. Perchè ciò possa avvenire si impiegano dei serbatoi poco profondi e a grande superficie, che rallentano la circolazione dell'olio ricuperato e favoriscono la formazione dei sedimenti.

L'olio ricuperato dopo la lubrificazione può essere epurato in modo costante o saltuario. Nel primo caso dal serbatoio principale una vena di olio viene spinta a pressione nel serbatoio di servizio, posto più in alto. Olio nuovo e usato mescolati passano all'epuratore donde vanno alla turbina. Nel secondo caso l'olio usato è rimpiazzato da altro nuovo. Il vecchio viene poi sottoposto ad epurazione e preparato per un nuovo uso. E' infine da ricordare che si sta diffondendo con buon risultato l'impiego di purificatrici a forza centrifuga; in ogni caso però è indispensabile che ogni turbina sia dotata di ottimi filtri.

A. Bz.

★ ★

MISURE: METODI ED ISTRUMENTI.

FR. S. DELLENBAUGH — **Dispositivo elettromeccanico per la determinazione rapida delle armoniche di onde complesse.** (Journal A. I. E. E., febbraio 1921, pag. 135).

E' noto quanto sieno complesse le operazioni necessarie per determinare con metodi matematici, le armoniche contenute in una data onda complessa.

L'equazione fondamentale $y = C_0 + \Sigma\, C_n \operatorname{sen}(n\,\theta + \varphi_n)$ può essere trasformata nell'altra:

$$y = c_0 + \Sigma\, [a_n \cos n\,\theta + b_n \operatorname{sen} n\,\theta]$$

nella quale lo sfasamento φ_n dell'armonica è eliminato essendosi introdotta anche la funzione del coseno, e dove θ indica la frequenza ossia $\theta = \omega\, t$. I coefficienti sono legati dalla relazione $C_n = \sqrt{a_n^2 + b_n^2}$.

Se la curva da analizzare è simmetrica rispetto alla linea di zero, scompare il termine c_0; se la curva è simmetrica rispetto al proprio asse, scompaiono tutte le armoniche di ordine pari. Questo è il caso più frequente nella pratica.

I coefficenti a_n e b_n sono dati dalle relazioni:

$$a_n = \frac{1}{\pi}\int y \cos n\,\theta\, d\theta \qquad b_n = \frac{1}{\pi}\int y \operatorname{sen} n\,\theta\, d\,\theta.$$

oppure con sufficente approssimazione:

$$a_n = \frac{2}{K}\,\Sigma\, y_r \cos n\,\theta_r \qquad b_n = \frac{2}{K}\,\Sigma\, y_r \operatorname{sen} n\,\theta_r.$$

Quindi data la curva da analizzare, la si divide in K parti, si misurano le $(K - 1)$ ordinate, si moltiplicano pei rispettivi seni o coseni, e si sommano i risultati. La somma moltiplicata per $2/K$, dà il coefficente cercato. Il numero $(K - 1)$ delle ordinate deve essere almeno eguale all'ordine della più alta armonica presente.

Tale metodo matematico è assai laborioso, non ostante che molti autori abbiano pubblicato delle tabelle numeriche che facilitano le calcolazioni.

L'autore descrive un dispositivo di circuiti elettrici, il quale permette di ottenere con sollecitudine i valori numerici che si dovrebbero ricavare col calcolo.

Se una forza elettromotrice proporzionale a un'ordinata y è applicata ad una conduttanza proporzionale al seno o al coseno dell'angolo $n\,\theta$ dell'ordinata stessa, la corrente risultante sarà proporzionale al loro prodotto. Ossia se $e = K_1\, y$ e $R = \frac{1}{\text{sen}\; n\; \theta_r}$ sarà $I = K_1\, y \text{ sen } n\, \theta_r$. Il valore della corrente, corrisponde al valore di uno dei termini delle sommatorie precedenti.

Se si hanno più circuiti analoghi al precedente disposti in parallelo, la corrente totale sarà la somma delle correnti nei singoli circuiti e il suo valore corrisponderà alle sommatorie citate, che possono in tal modo venire determinate con facilità nel loro valore numerico.

Considerando che, per una data curva le ordinate restano le stesse, e variano soltanto i seni o i coseni dei diversi angoli multipli, si capisce come basti avere a disposizione un solo dispositivo di tensioni variabili e una serie di resistenze variabili, per esaminare tutta una curva.

Il principio del metodo è rappresentato in fig. 1. Data una corrente alternata da analizzare, se ne traccia l'oscillogramma e poi ad esso si applica il metodo di analisi, misurandone prima le ordinate

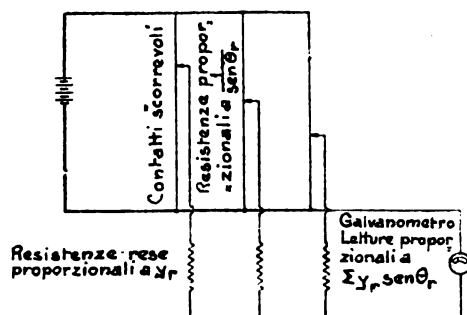



Fig. 1.

come si sarebbe proceduto per iniziare l'analisi col metodo matematico. Il dispositivo descritto dall'autore serve soltanto alla determinazione rapida dei coefficienti. Come si vede nello schema di fig. 1, dei contatti striscianti permettono di ottenere le tensioni volute proporzionali a y; in serie con ogni contatto è messa una resistenza variabile che si regola a un valore proporzionale a $\frac{1}{\text{sen}\; n\; \theta_r}$; tutti i circuiti sono in parallelo e un amperometro legge la corrente totale.

L'autore fa osservare come si commetta un errore ritenendo lineare la distribuzione della tensione nel dispositivo; l'errore ha il valore: $\left(\frac{l-x}{x}\right)\frac{R\,x}{r\,l}$ dove l è la lunghezza del filo, x la posizione del contatto, R la resistenza del filo e r la resistenza in serie col contatto mobile. Se $r = 500\,R$ l'errore che si connette è del 0,1% affatto trascurabile in questo genere di ricerche. Bisogna poi tener conto del fatto che alcune delle funzioni angolari sono positive e alcune negative: a ciò si provvede cambiando il segno del potenziale nel filo che corrisponde a quella ordinata, ossia invertendo gli attacchi di esso.

La figura 2 rappresenta lo schema del dispositivo per determinare fino alla quinta armonica. Come si vede si sono introdotte due resisten-

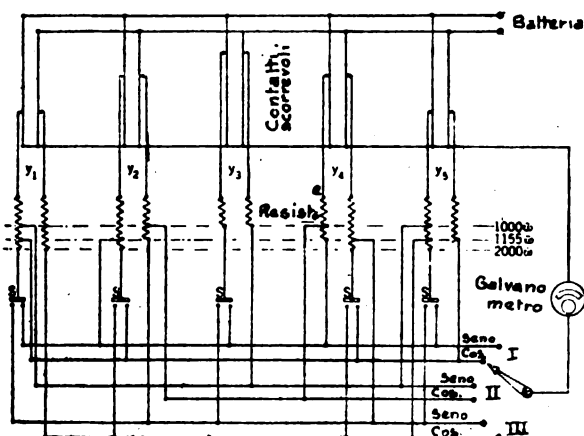



Fig. 2. — Schema di analizzatore fino alla quinta armonica.

ze scorrevoli per ogni ordinata: connettendo l'una o l'altra di esse si tiene conto del segno della funzione angolare corrispondente. Il dispositivo permette di analizzare ogni curva d'onda che non contenga più di cinque armoniche. Nell'articolo citato l'autore dà pure lo schema di un analizzatore fino all'undecima armonica. Le resistenze variabili a contatto strisciante sono avvolte sulle gole di un apposito cilindro scanalato; le resistenze rappresentanti le funzioni angolari sono invece disposte nell'interno della cassetta dell'istrumento.

Per eseguire la determinazione, una volta descritta la curva e determinate le ordinate, si dispongono ai convenienti valori i corsoi delle resistenze i quali non devono più essere mossi per tutto il tempo dell'analisi della curva data. Le resistenze fisse essendo già costruite proporzionali ai valori angolari, non si ha più che da manovrare gli opportuni interruttori e fare le successive letture al galvanometro.

L'apparecchio può anche servire alla determinazione diretta della grandezza relativa delle armoniche rispetto all'onda fondamentale. Infatti, una volta graduate opportunamente le resistenze scorrevoli, si innesti l'interruttore corrispondente alla prima armonica ossia all'onda fondamentale, e si faccia variare la tensione applicata finchè il galvanometro segni 100. Allora innestando successivamente gli interruttori corrispondenti alle altre armoniche, le letture del galvanometro danno direttamente la grandezza delle armoniche in per cento dell'onda fondamentale.

L'istrumento rende assai facile e sollecita la determinazione ed elimina gli errori di calcolo così facili ad accadere nelle molte e lunghe operazioni aritmetiche.

L'articolo è corredato da tabelle numeriche che danno i valori delle resistenze per costruire un analizzatore a undici armoniche, e dà alcuni esempi di analisi di curve. Viene pure data una abbondante bibliografia.

R. S. N.

★

N. R. GIBSON — **Nuovo metodo di misura della portata in condotte forzate.** (Electrical World, 12 marzo 1921, pag. 591 – Power, 22 marzo 1921, pag. 452).

L'articolo descrive un nuovo metodo per misurare la portata di una tubazione forzata che alimenti una turbina. Il metodo fu applicato la prima volta sulla turbina da 37 500 HP della Niagara Falls Company.

Il metodo ha il vantaggio di non richiedere una prolungata interruzione nel servizio della turbina. Per ogni misura basta chiudere parzialmente il distributore della turbina per circa due minuti. Una serie completa di misure su di un'unità può essere compiuta in meno di due ore e durante questo tempo la turbina resta, in complesso, fuori servizio soltanto un quarto d'ora.

Il concetto fondamentale è quello di misurare le variazioni di pressione indotte nella tubazione, da variazioni di velocità dell'acqua; siccome a piccoli cambiamenti di velocità corrispondono forti variazioni nella pressione, il metodo riesce assai sensibile. Rilevando il diagramma delle variazioni della pressione nell'acqua, quando la portata viene gradatamente ridotta a zero, in ogni istante la velocità media dell'acqua nel tubo è una funzione ben definita della pressione. Pra-

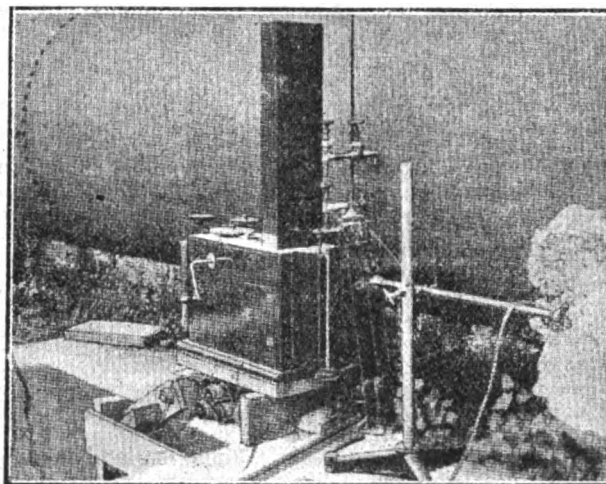



Fig. 1. — Dispositivo Gibson collegato alla condotta da misurare.

ticamente non è possibile ridurre a zero la portata perchè vi sono sempre delle fughe attraverso il distributore chiuso: la velocità che si determina risulta allora essere la differenza fra la velocità iniziale e la finale. E' tuttavia facile apportare la relativa correzione.

Esperienze condotte nella Cornell University dimostrarono che i risultati del metodo avevano uno scarto medio del 0,2 per cento in confronto alle misure eseguite col metodo volumetrico; lo scarto massimo riscontrato fu del 0,8 per cento. Il metodo si è dimostrato valevole anche per condotte a diametro variabile.

Come operazione preliminare all'applicazione del sistema in questione, occorre determinare esattamente le dimensioni dell'interno della condotta, e la portata di perdita che si verifica quando il distributore della turbina sia completamente chiuso.

Si innesta poi alla condotta l'apparecchio di misura. Esso consta di un tubo piezometrico chiuso, foggiato ad U e contenente mercurio, graduato in una scala qualsiasi, nota. Un dispositivo provvede a registrare fotograficamente l'esatta serie delle oscillazioni della colonna mercuriale su un foglio di carta sensibile che si sposta con una velocità nota. Si ottiene così il diagramma completo delle pressioni in funzione dei tempi.

Due galleggianti nel bacino di carico e nel canale di scarico permettono di leggere in ogni istante esattamente la caduta totale.

Il gruppo di cui si deve eseguire la misura viene messo in sincronismo con un altro gruppo dell'impianto e poi lasciato girare alcuni minuti a un carico costante con le palette del distributore immobili. Ad un segnale dell'operatore, le palette vengono chiuse agendo opportunamente sul regolatore della turbina; nei casi citati dall'autore, il tempo di chiusura variava da 8 a 18 secondi. A partire da un istante prima della chiusura, per tutto il periodo di essa e per un breve periodo seguente, l'apparecchio fotografico registra le oscillazioni nel tubo piezometrico. Per mezzo di segnali opportunamente disposti, l'operatore avverte due osservatori di leggere il livello nel bacino di carico e nel canale di scarico. Durante la chiusura del distributore il gruppo in esame continua a muoversi come un motore sincrono azionato dall'altra unità con cui si è fatto previamente il sincronismo.

La fig. 2 rappresenta uno dei diagrammi ottenuti sulle turbine del Niagara nel modo descritto.

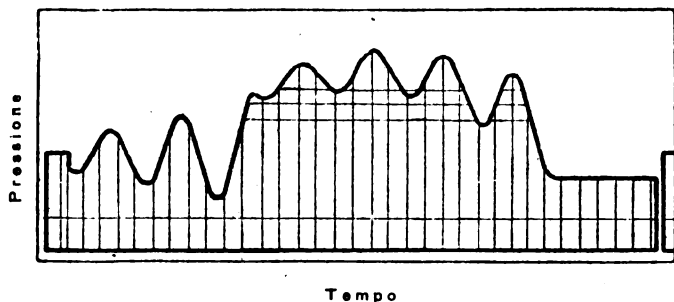



Fig. 2. — Diagramma della pressione nella condotta ottenuta durante la chiusura del distributore.

Quando si vogliano determinare anche le curve di variazione della potenza e del rendimento, colla portata, occorre leggere durante la misura la potenza generata dall'alternatore accoppiato, mediante un buon wattmetro; determinando coi criteri noti il rendimento dell'alternatore, se ne può facilmente dedurre la potenza della turbina.

Ogni diagramma preso, permette di determinare la velocità media dell'acqua, e quindi la portata, corrispondente al grado di chiusura del distributore mantenuto durante quella misura. Per tracciare la curva della potenza in funzione della portata, occorre far parecchie misurazioni con diversi gradi di parzializzazione. Il metodo permette di fare da quattro a cinque misure in un'ora.

Negli articoli citati non viene data la teoria del metodo, nè il modo per passare dai diagrammi delle pressioni alla determinazione delle velocità. Vengono invece riportate parecchie curve di potenze e di rendimenti, la cui perfetta regolarità attesta della esattezza del metodo.

R. S. N.

* *

RADIOTELEGRAFIA E RADIOTELEFONIA.

M. ABRAHAM — **Leggi di similitudine applicate agli aerei r. t.** (E. T. Z. 18 novembre 1920, vol. XIL, n. 46, pag. 918)

Nello studio delle proprietà degli aerei r. t. potrebbe riuscire assai comodo sperimentare su piccoli modelli, quando si conoscessero anche per gli oscillatori elettromagnetici le leggi di similitudine. Queste risultano assai semplici, se si ammette che il circuito sia costituito da conduttori perfetti; si ha infatti allora che « le lunghezze d'onda dell'oscillazione propria di due sistemi geometricamente simili variano proporzionalmente alle dimensioni lineari, ed il decremento di essa oscillazione (dovuto essenzialmente alla radiazione) resta invariato, ossia resta invariata la « resistenza di radiazione ».

Ma l'ipotesi dei conduttori perfetti non è valida, quando (ed è questo il caso ordinario in radiotelegrafia) il circuito oscillatorio comprende, direttamente o indirettamente, anche la terra. La presenza di quest'ultima non modifica sensibilmente la legge ora esposta nei riguardi della lunghezza d'onda, ma la modifica per contro radicalmente nei riguardi del decremento. In questo caso la legge può esprimersi nel modo seguente: « Se le dimensioni dell'aereo stanno a quelle del modello nel rapporto $\varphi : 1$, e se, a pari costante dielettrica, la resistività della terra sotto l'aereo sta a quella sotto il modello nel rapporto $1 : \varphi$, la resistenza di terra è eguale nei due casi e quindi, essendo eguale anche la resistenza di radiazione, risulta invariato il decremento ». Come si vede, la considerazione della imperfetta conduttività del suolo limita di molto i vantaggi pratici, che si potrebbero altrimenti trarre dall'uso dei modelli di aerei in scala ridotta.

*

I. SCOTT-TAGGART — **Alcuni nuovi circuiti per radiotelegrafia con l'impiego di una valvola ionica a doppia griglia.** (The El., 21 gennaio 1921, vol. LXXXVI, pag. 97).

La nuova valvola ideata dall'A. è rappresentata dalla fig. 1 in cui G_1 G_2 sono le due griglie in forma di spirali coassiali l'una interna, l'altra esterna che controllano il flusso elettronico dal filamento F all'anodo A.

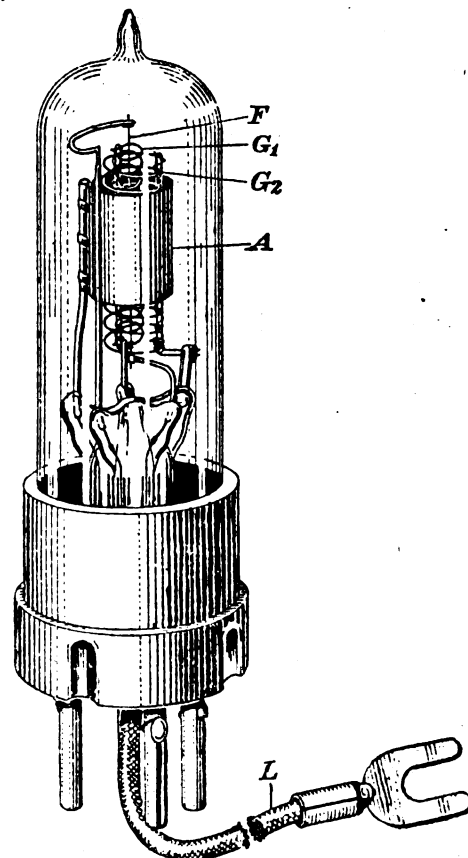



Fig. 1.

La fig. 2 indica un'applicazione della nuova valvola usata nella duplice funzione di amplificatrice ad alta frequenza e di magnificatrice a bassa. Lo schema è chiaro di per sè. L'induttanza L_2 di non elevata resistenza è accoppiata al circuito L_3 C_2 sintonizzato per l'onda da

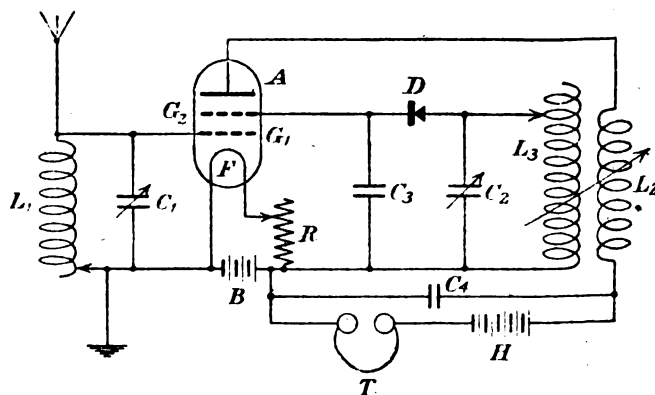



Fig. 2.

ricevere. Le oscillazioni in arrivo agendo sulla griglia G_1 sono amplificate dalla valvola nel circuito C_4 L_2, che le trasmette al circuito L_3 C_2. Il rivelatore a cristallo D rettifica le oscillazioni e comunica al condensatore C_3, e quindi anche alla griglia G_2 gl'impulsi a frequenza musicale, che si ritrovano magnificati nel circuito del telefono T (circuito anodico $T H L_2$). Il dispositivo è assai sensibile e altamente selettivo, specialmente se è molto lento l'accoppiamento fra L_2 e L_3.

Lo schema della fig. 3 indica un altro modo d'inserzione della nuova valvola. In questo le oscillazioni amplificate si manifestano nel circuito L_3 C_3 sintonizzato col circuito L_2 C_2 accoppiato a sua volta col circuito d'aereo L_1 C_1 e agiscono sull'induttanza L_4 inserita fra il negativo della batteria del filamento e la griglia G_2. Le trasmissioni a scintilla sono ricevute dal circuito L_3 C_3 che viene sintonizzato per la loro lunghezza d'onda, l'accoppiamento fra L_3 e L_4 è aggiustato sino ad avere il miglior risultato. Stringendo opportunamente questo

accoppiamento fra L_3 e L_4, il dispositivo si presta per la ricezione di onde persistenti col metodo dei battimenti poichè il circuito L_3 C_3 diviene sede di oscillazioni persistenti, di frequenza dipendente dal valore regolabile di C_3, con le quali interferiscono le onde in arrivo dopo amplificate. I battimenti dal circuito anodico L_3 C_3 passano

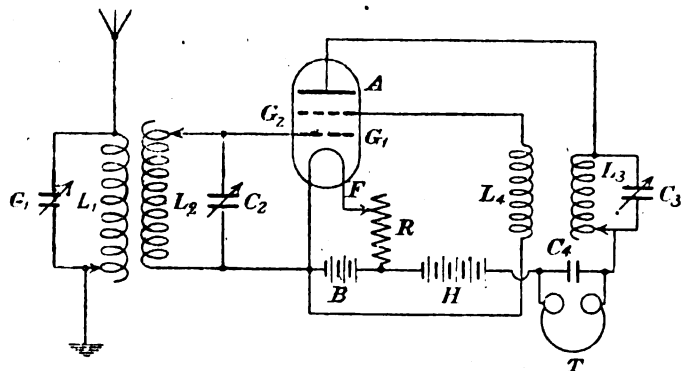



Fig. 3.

nell'induttanza L_4 rettificati da G_2 ed amplificati per effetto della corrente anodica, influenzano il telefono T. I battimenti non si formano nel circuito L_2 C_2 nè lo influenzano.

L'A. ritiene che l'effetto di eterodina sul flusso elettronico filamento-anodo sia provocato dai campi elettrostatici delle due griglie G_1 G_2. Il fatto che le oscillazioni originate dalla valvola si manifestano solo nei circuiti L_3 C_3 L_4 è importante perchè dimostra che questo speciale tipo di valvola mentre lascia passare inalterate le onde in arrivo per subire l'effetto eterodina, impedisce che oscillazioni locali

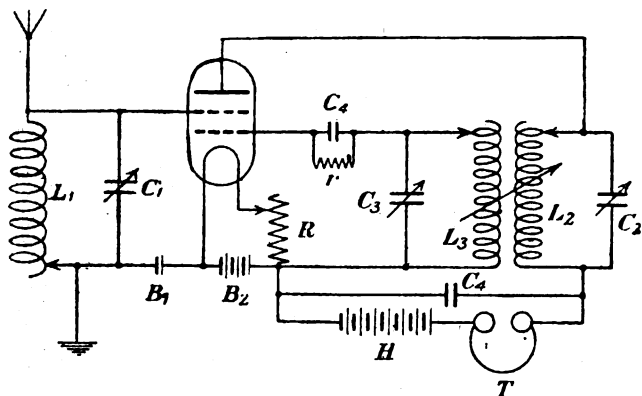



Fig. 4.

influiscano sull'aereo. Un'altra particolarità del dispositivo consiste nell'essere il circuito ricevente L_2 C_2 sintonizzato per la lunghezza d'onda in arrivo e non già posto leggermente fuori di questa sintonia come negli ordinarii circuiti ad eterodina.

Lo schema della fig. 4 ha dato ottimi risultati particolarmente nelle ricezioni di segnali a scintlila. Usando fra L_2 e L_3 un accoppiamento lento il sistema è molto selettivo.

A. Bz.

* *

TRAZIONE.

S. B. WAY — **Automotrici doppie a tre carrelli.** (E. R. J., 15 gennaio 1921, pag. 131).

La scarsità del denaro e il costo elevato dei materiali e della mano d'opera hanno spinto le imprese tramviarie a studiare speciali adattamenti per far fronte nel modo più economico al progressivo aumento del traffico sulle proprie reti.

Una soluzione interessante a questo riguardo venne esperimentata con successo dalla Compagnia di Milwaukee.

Questa Società aveva iniziato il servizio tramviario sulla rete urbana con semplici vetture automotrici. Successivamente, per far fronte allo sviluppo del traffico, tentò l'aggiunta di rimorchi ma l'esperienza mostrò che la mancanza della doppia fronte di comando rendeva impacciato il movimento dei treni specialmente ai capi linea senza che il servizio risentisse dalla trasformazione, notevole vantaggio economico. Si tornò quindi al concetto di mantenere il doppio fronte di comando e si provvide alla costruzione di nuove e più capaci vetture automotrici con ingresso centrale equipaggiate con due motori ed allestite per comando multiplo in vista della possibilità di formare treni di due o tre vetture. La buona riuscita di questo tipo di materiale suggerì alla Società l'idea di costruire unità simili utilizzando le vecchie vetture automotrici che stavano per essere radiate dal servizio. Queste erano pure equipaggiate con due motori, ma i controllers potevano essere facilmente adattati per il comando di 4 motori. Un primo passo si fece accoppiando in modo stabile due di tali vetture ed eliminando, in ciascuna un trolley, un controller, un comando per freno ad aria ed un compressore. La nuova unità, che si dimostrò pienamente rispondente allo scopo, richiedeva però il servizio di tre persone: un manovratore e due conduttori.

Si pensò di raggiungere una maggiore economia con un tipo di treno che potesse essere servito da due sole persone ed il problema venne risolto felicemente con un sistema speciale di accoppiamento a tre carrelli che trasformava le due vetture in un'unità di tipo simile alle automotrici ad ingresso centrale già favorevolmente sperimentate.

La costruzione è abbastanza semplice: per mantenere alla cassa delle singole vetture (a ciascuna delle quali veniva tolto un carrello) gli stessi punti d'appoggio primitivi, venne disposta sotto il pavimento una armatura speciale in acciaio la quale si appoggia da un lato al carrello esterno rimasto fisso e dall'altra al nuovo carrello centrale. Il collegamento di quest'armatura al carrello centrale è fatto per mezzo di un giunto a calotta sferica che rende l'attacco stabile e nello stesso tempo snodato. Fra le due piattoforme adiacenti venne stabilita una comunicazione a mezzo di piastre di lamiera sovrapposte e scorrevoli, per permettere i necessari spostamenti durante il movimento e nelle curve, protetta lateralmente con diaframmi a soffietto. I motori vennero riuniti sui carrelli esterni. Questo adattamento portò ad un aumento complessivo dei posti a sedere da 84 a 106 in estate e da 80 a 102 in inverno. I posti in piedi riuscirono aumentati in proporzione anche maggiore. Inoltre da ciascuna coppia di vetture si ricuperarono:

2 trolleys;
2 comandi per freno ad aria;
2 controllers;
1 compressore;
2 carrelli normali ed altri materiali minori di segnalazione, illuminazione e riscaldamento.

Il peso della nuova unità risultò di poco superiore alla somma dei pesi originarii delle due vetture. Per ridurre al minimo lo scartamento del carrello centrale, specialmente nelle curve, si trovò conveniente limitarne quanto più possibile le dimensioni trasversali costruendo un tipo di carrello speciale colle scatole dei supporti all'interno delle ruote.

I risultati pratici di questo tipo di veicolo furono: utilizzazione delle vetture di tipo antiquato, economia di personale, possibilità da parte del conduttore di meglio regolare la distribuzione dei passeggeri i quali con treni di due vetture indipendenti avevano mostrato di preferire la vettura di testa rispetto al rimorchio nella proporzione da 8 a 5.

D'altra parte questa disposizione rende più difficile la manovra del trolley sulle linee dove, per l'esistenza di scambi automatici, esso deve esser mantenuto al centro della doppia vettura. In questi casi l'asta deve esser munita di doppia corda.

Inoltre il carico e lo scarico dei passeggeri riescono più lenti.

Il confronto delle nuove unità colle primitive vetture si riassume nelle cifre seguenti:

1) aumento di capacità: 27,5%;

2) riduzione del peso riferito al numero dei posti a sedere da 414 a 334 Kg per posto e cioè 19,4%;

3) aumento del movimento orario di passeggeri riferito ad un conduttore da 30 a 75 e cioè 153%;

4) diminuzione del consumo d'energia per passeggero del 26.6%.

Il costo netto dell'adattamento, riferito alla capacità delle vetture, risultò di L. 360 ([1]) per posto e cioè meno della metà della spesa d'acquisto di nuove vetture.

Il costo complessivo della trasformazione comprese le necessarie riparazioni alle vecchie vetture fu di L. 15 000 ([1]) per ciascuna coppia di vetture.

Il valore dei materiali ricuperati fu di L. 4.500. ([1]).

Il costo netto della trasformazione fu pagato in meno di un anno colla semplice economia di personale.

L'autore osserva che la costruzione ex novo di questo tipo di vettura, potrebbe essere studiata in guisa da renderla ancor più economica.

(g. a. r.)

([1]) Considerando il dollaro alla pari.

L'autorità della nostra Associazione sarà ancora maggiore quando essa potrà disporre di un suo patrimonio. Questo non può essere costituito che dalle quote dei Soci vitalizî o perpetui. I Soci che amano il Sodalizio devono quindi prendere in seria considerazione la possibilità di iscriversi Soci vitalizî.

CRONACA

ELETTROCHIMICA ED ELETTROMETALLURGIA.

Nave saldata elettricamente. — Anche la Svezia, come l'Inghilterra, inizia l'uso della saldatura elettrica per la costruzione di scafi. Il primo di essi, varato a Gothenburg, è lungo 16 metri, largo 3,95, profondo 2,10, con un pescaggio di m. 1,05. Sarà mosso da un motore semi-Diesel, che farà funzionare anche generatori elettrici per saldatura elettrica e compressori d'aria, perchè la nave farà servizio nei porti e sulle coste per lavori di riparazione di piroscafi. L'eliminazione dei chiodi rende lo scafo perfettamente liscio, e le connessioni tra le ordinate e il fasciame sono molto più solide di ciò che richiede, per navi saldate, il Lloyd's Register, il quale, come il Bureau Veritas, ha sorvegliato la costruzione. La lunghezza totale dei lembi saldati è di circa 1700 metri.

c. m. a.

ELETTROCHIMICA GENERALE.

Alternatore speciale. — Per evitare le difficoltà di trasporto e disponendo sul posto solo di una gru della portata di 5 tonn, è stato costruito dalla Gen. El. Co., per l'impianto di S. Giovanni del Rey (Brasile), un alternatore trifase di 1750 kVA, smontabile in parti di cui nessuna supera il peso di 5 tonn. Dovendo essere mosso da una turbina idraulica, e quindi soggetto a forti aumenti di velocità (quella normale è di 187,5 giri) in caso di subitanee fluttuazioni di carico, esso è stato provato, per 15', ad una velocità dell'80% superiore alla normale. La linea è alimentata mediante trasformatori a 30 000 V, e la forma d'onda richiesta era una sinusoide praticamente pura senza traccia di dentature (armoniche superiori); ciò che riusciva difficile ottenere con le scanalature aperte, imposte a loro volta dalla elevata tensione di 5200 V prescelta per l'indotto. Lo scopo è stato raggiunto sia praticando un numero di scanalature superiore al necessario e lasciandone alcune, opportunamente scelte, vuote, sia sagomando convenientemente le espansioni polari.

c. m. a.

MATERIALI.

I sostituti del platino in elettrotecnica. (Elektrotechnische Zeitung, 7-4-21). — In causa del continuo aumento del prezzo del platino, dovuto specialmente alla inattività delle miniere russe, le quali prima della guerra fornivano il 95% della produzione totale, stimata di 9000 kg all'anno, si è da tempo cercato di sostituire il platino con metalli più economici in tutte le sue svariate applicazioni.

Nell'analisi elettrolitica si è trovato che per la formazione degli anodi il platino può essere utilmente sostituito da una lega di oro (92% Au, 5 Ag, 3 Cn) rivestita elettroliticamente di platino (3,5 mg. per cm²), come pure viene consigliato l'impiego del tantalio platinato. Per la formazione dei catodi si può spesso sostituire il platino con metalli non nobili, rinunciando però al vantaggio del platino di poter essere pulito con gli acidi e di poter essere arroventato senza alterazione.

Nell'industria elettrochimica, da tempo si impiega il platino soltanto in casi speciali, poichè qui ne occorrono grandi quantità, e si è ridotta al minimo la quantità occorrente, impiegando lamine sottili o preferibilmente reti a larghe maglie, o fili opportunamente disposti. Nella elettrolisi dei cloruri alcalini il processo a mercurio, per il quale la società Solvay impiegava reti formate con fili di platino-iridio di 0,03 mm, è sempre più sostituito col processo Siemens - Billiter, il quale a somiglianza di altri processi lavora con anodi di elettrografite. Soltanto in alcuni casi, come per es. nella fabbricazione dell'acido persolforico e dei perborati, sembra indispensabile il platino, poichè la sovratensione occorrente per l'azione ossidante dell'ossigeno anodico si può ottenere soltanto sul platino pulito. Anche nella fabbricazione elettrolitica del clorato e del perclorato di potassio, difficilmente si può fare a meno del platino, poichè gli anodi di carbone si consumano rapidamente.

Nella industria elettrotecnica si impiegavano un tempo per le lampade ad incandescenza dei pezzetti di sottile filo di platino per condurre la corrente al filamento attraverso la parete di vetro. Da molto tempo si è però sostituito al platino, per questo scopo, con buon risultato, una lega di ferro e nichel o meglio un metallo non nobile con un sottile rivestimento di platino. Attualmente è molto usato invece un filo di acciaio al nichel ramato, che viene generalmente fabbricato dalle stesse grandi fabbriche di lampade con procedimento speciale. Il filo deve avere lo stesso coefficiente di dilatazione del vetro ed inoltre non deve svolgere gas nella messa in opera. Per ciò che riguarda l'applicazione per i contatti, è già remoto il tempo in cui si faceva largo uso del platino per la sua proprietà di non ossidarsi. Per es. nei trasmettitori di ordini di Siemens e Halske, i contatti nei quali si hanno molte interruzioni con scintilla sono spesso di tungsteno. A differenza dell'argento, che si può lavorare con tutta facilità, la grande durezza del tungsteno rende difficile specialmente la preparazione dei contatti a punta che non si sono ancora potuti fare alla perfezione.

E. C.

TRAZIONE.

L'elettrificazione della ferrovia da Stoccolma a Saltsjöbaden (Svezia) - (Révue générale de l'électricité, 22 gennaio 1921 - pag. 115-117). — La ferrovia da Stoccolma a Saltsjöbaden, lunga km 15.3 è stata elettrificata nel 1912, in considerazione del rapido aumento di traffico dei viaggiatori, e delle difficoltà che avrebbe presentato un raddoppiamento di binario. Il sistema prescelto è a corrente continua a 1200 Volt e i primi treni elettrici furono posti in circolazione nella primavera del 1913.

L'energia necessaria alla trazione veniva prodotta dalla centrale municipale di Stoccolma.

Sottostazione. — La sottostazione istallata a Störangen, a metà della linea, comprende tre gruppi costituiti ciascuno d'un motore a induzione trifase, a 6000 volt, 730 giri, 375 kW, accoppiato direttamente a una dinamo di 350 kW, 1350 Volt, autoeccitatrice, con avvolgimento compound e con poli di commutazione. Il rendimento dei gruppi raggiunge il 90.3% a pieno carico. Nella sottostazione esiste una batteria tampone.

Il carico è distribuito tra i gruppi motori-generatori e la batteria per mezzo di due gruppi Pirani.

Linea aerea. — La linea aerea di contatto (fig. 1) è analoga a quella della ferrovia di Riksgränsen. Da Neglinge a Stoccolma la sezione totale è di 250 mm², di cui 80 mm² per il filo di contatto e 170

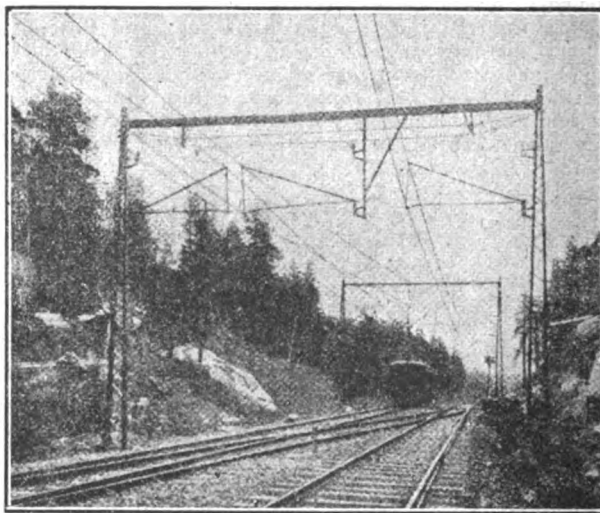



Fig. 1.

mm² per la catenaria, ambedue in rame. I pali in acciaio distano di 60 m in rettilineo e di 45 m nelle curve aventi un raggio di 300 m.

La distanza tra le rotaie e il filo di contatto varia da m. 4.50 a 5.50. Gli isolatori resistono alla tensione di 30 000 Volt. Ad ogni chilometro è stato posto un parafulmine.

Materiale mobile. — Il materiale mobile comprendeva in origine 6 automotrici e 7 vetture di rimorchio, fornite, come tutto il resto dell'impianto, dalla: Allmänna Svenska Elektriska Aktiebolaget di Västeras, e con comando multiplo e riscaldamento elettrico.

Il treno, normalmente, consta d'un'automotrice e di un rimorchio, del peso complessivo di 118 t, ma nelle ore di traffico intenso si possono accoppiare due o più unità di questo tipo.

La velocità massima è di 50 km-ora. Ogni automotrice è fornita di quattro motori da 150 HP, 600 Volt, raggruppati due a due in serie, essendo tuttavia tutti e quattro in serie al momento della messa in marcia.

Per realizzare una marcia economica si è adottata una riduzione di campo del 30% in serie (una posizione) e del 50% in parallelo (due posizioni).

I contattori sono posti sotto la cassa, funzionano con corrente continua a 65 Volt, fornita da un piccolo convertitore di 3,5 kW, che lavora in parallelo con una batteria di riserva.

Detto convertitore fornisce pure l'energia per l'illuminazione del treno.

Ogni auto-motrice possiede due pantografi, comandati dall'aria compressa e provvisti di due spazzole in alluminio.

L'elettro-compressore è direttamente alimentato dalla corrente a 1200 Volt, senza resistenza di messa in marcia. Esso fornisce l'aria necessaria ai freni, agli otto insabbiatori e al fischio.

Gli insabbiatori sono comandati da una valvola elettro pneumatica. In inverno la sabbia viene riscaldata elettricamente per impedire che si agglomeri.

Nel 1914 sono state messe in servizio due nuove automotrici e due vetture di rimorchio.

(a. r.)

:: :: :: NOTE LEGALI :: :: ::

In materia tramviaria.

Danni da incidente tramviario.

I.

CORTE D'APPELLO DI MILANO, 12 marzo 1920 [1]: «*Può essere causa di risarcimento di danni anche la deturpazione o lo sfregio permanente del viso derivante dalla lesione riportata in un disastro tramviario*».

★

Era in causa tale Procaccini, contro la Società Edison. Il Tribunale aveva respinto la domanda di risarcimento di danni avanzata dal Procaccini, che in seguito a un incidente tramviario aveva riportato una deturpazione al labbro. Il Procaccini appellò, e la Corte accolse il suo appello, così considerando:

«Un simile titolo di risarcimento ha potuto già legarsi per ragioni non ben chiare e che sfuggono agli stessi interpreti del diritto romano (*cicatricium antem aut deformitatis nulla fit aestimatio*, l. 7, dig. *de his qui effud.*, 9, 3). Nessun motivo esiste per escluderlo nel diritto Comune, dove prevalse e prevale invece universalmente la massima più equa di accordare compenso anche per siffatta specie di danni, sul riflesso che, dovendo l'indennizzo equivalere alla ricostruzione dell'equilibrio nei mutui rapporti giuridici, turbati per effetto della colpa, la rimessione in pristino verrebbe diminuita o arbitrariamente amputata, quando si eliminasse dal computo del danno la deformità o sfregio. La euritmia del proprio aspetto è indubbiamente un bene immateriale che ha un valore e un significato oggettivi, perchè è sentito da tutti gli uomini per quanto con diversa intensità secondo il sesso, l'età e la condizione sociale cui essi appartengono».

«Quei beni soli che sono di natura eminentemente soggettiva e perciò inapprezzabili sfuggono ad ogni valutazione, ma tra essi non può, come si è detto, noverarsi l'alterazione del proprio aspetto, la quale espone chi ne è l'oggetto a sentirsi giustamente diminuito rispetto ai proprii simili da quello che esso era avanti la lesione».

★

Per la cronaca: il risarcimento del danno fu dalla Corte fissato in lire 1000 (oltre le spese di cure mediche fissate in L. 200) perchè secondo la Corte il deturpamento non fu grave ma neppur minimo perchè «induce lo scoprimento di una superficie, sia pure piccola, della arcata dentale superiore, e così dà un colore lievemente umoristico alla fisionomia del Procaccini». La Corte ritenne inoltre che «trattandosi di un uomo in età» il danno fosse meno grave.

★

La stessa massima fu già ritenuta dalla *Cassazione di Firenze*, 31 luglio 1913 [2].

II.

CORTE D'APPELLO DI MILANO, 18 maggio 1920 [3]: «*L'indennità da corrispondersi a un passeggero vittima di un incidente tramviario in sostituzione del guadagno perduto, nel caso di derivata assoluta incapacità lavorativa, deve ragguagliarsi a una somma capitale che un solido istituto di assicurazione (ad esempio, l'Istituto Nazionale delle assicurazioni) richieda per costituire ad una persona dell'età del ferito una rendita vitalizia pari al di lui guadagno.*

Non è invece ammissibile il sistema di costituire a favore del ferito una rendita pari al di lui guadagno invece della corresponsione di un capitale».

★

Era in causa tale Amighetti contro la Società Edison.

«Osserva la Edison che bisogna tener conto del maggior vantaggio che si ha dall'avere la disponibilità di un tale capitale, sia in quanto se ne può ricavare con opportuno impiego una rendita anche superiore a quella perduta, sia in quanto, in caso di morte dell'Amighetti, il capitale stesso trapassa a favore dei suoi eredi».

«Ma le diezioni non reggono. Il *capitale risarcimento* spetta in libera proprietà e disponibilità al danneggiato, come a lui o a chi per lui spettava il *capitale-vita*; e come egli avrebbe potuto dalla sua persona e vita integra trarre via via lucri maggiori, assicurando la sua capacità e moltiplicando la sua attività, così egli ha pieno diritto di poter amministrare e impiegare il *capitale-risarcimento*, nel modo più intelligente e conveniente che egli creda, ed a lui legittimamente ne spetta il maggior frutto, che è prodotto della sua attività e intelligenza».

«Non si vede quindi come e perchè si debba diminuire di una frazione il detto capitale, tanto più che nella valutazione e determinazione di questo si cadrebbe necessariamente nell'arbitrario».

[1] *Giurisprudenza Italiana*, 1920, I, 2ª, 216.
[2] *Giurisprudenza Italiana*, Repertorio 1913, (*Colpa Civile*, n. 107).
[3] *Monitore dei Tribunali*, 1920, 703.

«Quanto alla possibilità di lasciare il capitale agli eredi, è evidente che ciò non potrà avvenire se non a condizione che l'Amighetti rinunci a impiegarlo in modo di averne la rendita vitalizia da un istituto di assicurazione (con che il capitale stesso si consuma); rinunziando a una parte del reddito di esso; o impiegandolo in imprese di speculazioni necessariamente rischiose, e allora i vantaggi di questi usi o impieghi del capitale debbono andare a favore suo, così come a carico di lui starebbero i danni relativi».

★

Nello stesso senso vedansi le sentenze della stessa Corte 11 e 25 maggio 1920 [4].

AVV. CESARE SEASSARO.

[4] *Monitore dei Tribunali*, 1920, 370, e 43?.

:: LIBRI E PUBBLICAZIONI ::

The Year-Book of Wireless Telegraphy and Telephony 1921 (The Wireless Press Ltd. - Marconi House — 12 Henrietta Street. Strand - London W C 2 & Agenzia Radiotelegrafica Italiana - Via Gregoriana 36 - Roma) — 1 vol. in 8° legato in tela pag. 1356 con numerose illustrazioni e carte geografiche inserite nel testo. — Prezzo, scellini 22.

E' questo il nono volume dell'ormai classico annuario radiotelegrafico, che ogni anno riesce più completo e perfetto, grazie alla diligenza e alla ricchezza di documentazione, che vi profondono i compilatori. La struttura del libro è quella già più volte descritta e le parti sostanziali sono rimaste le stesse (raccolta completa delle leggi, decreti e regolamenti, che governano l'uso della r. t. presso tutti i paesi del mondo, elenco delle stazioni terrestri e navali, monografie tecniche riassuntive, prontuario di dati utili, note biografiche e bibliografiche). Fra gli articoli tecnici sono da rilevare una serie di note sullo sviluppo della r. t. presso le singole nazioni, alcuni studi sulle relazioni fra r. t. e meteorologia e sui segnali di tempo, una rassegna dei problemi attuali nei riguardi della ricezione, uno studio sulla bussola radiotelegrafica e un altro sugli amplificatori per il servizio navale e infine una ricca rivista di brevetti in materia di valvole ioniche. Ancora una volta questo Year Book merita di essere ampiamente lodato e caldamente raccomandato a chiunque si interessi, direttamente o indirettamente, alla radiotecnica.

★

W. H. ECCLES. — *Continuous Wave Wireless Telegraphy*. Part I. (1 vol. in 8° piccolo di 408 pag. con 306 fig. legato in tela, prezzo Scellini 25) — The Wireless Press. - London 1921.

Le monografie, i manuali, i trattati in materia di radiotelegrafia e radiotelefonia si sono in questi ultimi anni largamente moltiplicati; ma, sia per la troppo rapida evoluzione della materia, sia per i troppo vari suoi aspetti, non si può dire che il vero trattato di radiotelegrafia, capace di servire come fondamento e come riferimento per ogni studio del genere, sia finora comparso. A proposito del trattato dell'Eccles, di cui compare ora il primo volume: si può dunque ripetere a buon diritto la solita frase, che esso mira a colmare una lacuna. L'Eccles di cui sono noti i numerosi lavori speciali in materia, e di cui è largamente diffuso e apprezzato un manuale di r. t. (ora da tempo esaurito), era certo tra le persone meglio qualificate per affrontare l'arduo compito. Egli non ci dice quale partizione abbia voluto dare al vasto argomento, ma ci presenta un primo volume introduttivo, in cui tratta in forma generale i principi dell'elettromagnetismo, sviluppandoli in modo da renderne facile l'immediata applicazione ai problemi delle oscillazioni persistenti; e tratta altresì, sempre dal punto di vista generale e tralasciando per ora le applicazioni, l'argomento ognora più importante delle valvole ioniche.

Il libro è diviso in cinque capitoli, di cui il primo costituisce una specie di introduzione, in quanto che riassume assai brevemente lo sviluppo storico delle comunicazioni senza fili, cominciando dalle esperienze di Hertz e terminando alla attuale netta inferiorità dei sistemi a scintilla (ossia a oscillazioni smorzate) in confronto con quelli ad oscillazioni persistenti, ai quali ultimi è prevalentemente dedicato il trattato. Il secondo capitolo si riferisce all'elettrostatica e all'elettrodinamica, e richiama i concetti newtoniani di campo e di potenziale elettrostatico, di campo magnetostatico ed elettromagnetico, di induzione mutua e propria, di azioni elettrodinamiche, e si chiude con le definizioni dei sistemi di unità e delle loro trasformazioni. Il capitolo terzo tratta della teoria delle correnti alternate e delle oscillazioni, riferendosi ai metodi ormai classici degli operatori di impedenza, adattandoli a varie forme e tipi di circuiti, con elementi costanti e variabili, e ricavando i corrispondenti diagrammi vettoriali, senza rifuggire da istruttive analogie meccaniche. Nel quarto capitolo è sviluppato, sulla base dei metodi esposti nel precedente, lo studio dei circuiti accoppiati

e dei trasformatori, con grande ricchezza di diagrammi per tutte le varie condizioni di funzionamento, che possono presentarsi in r. t.

Il quinto ed ultimo capitolo occupa un buon terzo del volume ed è destinato alla teoria delle valvole ioniche. Sono descritti e analizzati i fenomeni di emissione termoionica e sono dapprima studiate le valvole a due elettrodi (diodi), svolgendone la teoria analitica in base alla forma geometrica degli elettrodi, alla carica spaziale, alla velocità iniziale degli elettroni emessi, alla non uniforme temperatura del filamento catodico e alla distribuzione del potenziale nel senso della sua lunghezza. L'A. estende la sua indagine teorica anche al funzionamento dei diodi nel caso di gran lunga più complesso di un vuoto non perfetto, ossia della presenza di quantità sensibili di gas, tenendo conto dei conseguenti fenomeni di convezione ionica, di bombardamento degli ioni, e ionizzazione per collisione. Passa poi alle valvole a tre elettrodi o triodi, esponendo la teoria generale dell'elettrodo di controllo, estendendo a questo caso i procedimenti analitici già sviluppati per i diodi e riportando e illustrando le numerose forme di curve caratteristiche, che ne individuano il funzionamento. Accenna infine alle valvole a resistenza negativa (dinatron e pliodinatron) e alle misure sulle valvole. Il volume è chiuso da un accurato e ricco indice alfabetico.

Come si vede dal nostro breve riassunto, l'A. ha deliberatamente lasciato da parte anche in questo volume di teoria, tutto ciò che si riferisce alle teorie maxwelliane di propagazione. Non resta quindi che attendere con desiderio le parti successive dell'opera, desiderio che questo primo volume fa nascere vivissimo, per la chiarezza, l'ordine, la semplicità dell'esposizione, per la scelta accurata della materia e per la perfetta padronanza di essa da parte dell'autore.

Associazione Elettrotecnica Italiana

Eretta in Ente morale il 3 Febbraio 1910

Notizie delle Sezioni

SEZIONE DI MILANO.

La mattina del 26 Giugno u. s. oltre un centinaio di soci, guidati dal Presidente Ing. Rebora si recarono a Sesto (con un tram speciale messo gentilmente a disposizione dalla S. T. E. L.) a visitarvi la stazione di trasformazione e di smistamento della Società Edison. Con la guida degli Ingg. Ferrerio, Damiani e Locatelli, i convenuti visitarono minutamente la stazione a cui convergono le linee della Edison e dell'Adamello e che costituisce uno dei nodi più importanti nella grande rete di distribuzione, che ormai copre tutta l'alta Italia. Secondo l'ottimo sistema già adottato nelle visite precedenti, la presidenza della Sezione aveva preparato uno schema ed una sommaria descrizione litografata dell'impianto, che fu distribuita a tutti i convenuti.

☆

La sera del 28 Giugno con numeroso intervento (era presente anche il Presidente Generale Del Buono, venuto a Milano per una riunione di presidenza) il *Prof. A Barbagelata* parlò di un *metodo industriale per la prova comparativa delle lamiere* col quale è possibile determinare rapidissimamente le caratteristiche delle lamiere impiegate nelle costruzioni elettromeccaniche, pur valendosi di un piccolissimo quantitativo delle lamiere in esame, e mostrò gli apparecchi costruiti per l'applicazione del metodo. Il testo della comunicazione sarà pubblicato quanto prima.

Il conferenziere chiuse ricordando la importanza delle misure sui materiali magnetici ed invocando la cooperazione di tutti i competenti per agevolare l'iniziativa del Comitato Elettrotecnico Italiano intesa a normalizzare le prove sui materiali magnetici massicci, come già è stato fatto per i materiali conduttori e per le lamiere magnetiche.

Il Presidente Rebora, ringraziato il Barbagelata, si associò alla raccomandazione finale, facendo rilevare l'importanza ed anche la grande difficoltà del compito assuntosi dal Comitato Elettrotecnico Italiano.

★

SEZIONE DI TORINO.

Assemblea del 22 giugno 1921.

Vengono comunicate all'assemblea le adesioni dei seguenti nuovi Soci: Cotonificio Valle di Susa (Coll.); Ing. Arturo Rolle; Felice Marini; Ing. Giorgio Simondetti; Ing. Luigi Mirone; Felice Leone; Ing. Rinaldo Biroli; Dario Becchino; Francesco Battuello; Giulio Bellagamba.

L'Ing. Guido *Peri* svolge quindi l'annunciata comunicazione sul tema:

« *Nuovi Impianti di illuminazione elettrica nella città di Torino* ».

Dopo aver ricordato le ragioni tecniche ed economiche che hanno condotto alla sostituzione delle lampade ad arco colle lampade ad incandescenza in gas inerte, egli riassume le caratteristiche del sistema di illuminazione in serie alimentato da trasformatori a corrente costante. Tale sistema venne fino dal 1913 adottato dal Municipio di Torino per l'illuminazione della cinta daziaria, ed in seguito esteso all'illuminazione di parecchie arterie stradali nel centro della città. Il nuovo progetto, che verrà gradualmente attuato, comporta la trasformazione dell'intera rete d'illuminazione stradale col sistema in serie a corrente costante, distinguendo l'impianto in due parti a differenti tensioni: la prima, a 3800 Volt, sarà destinata all'alimentazione delle lampade di forte intensità luminosa; la seconda, a 5400 Volt, servirà invece per le lampade di minore intensità da installarsi nelle vie secondarie. Le lampade non saranno inserite direttamente sulle condutture ad alta tensione ma verranno alimentate dai secondarii di trasformatori aventi il primario in serie sulla conduttura stessa. Tale sistema permette di realizzare i vantaggi economici della distribuzione ad alto potenziale evitando i pericoli di fulminazione per le persone che avvicinano le lampade, risultando queste alimentate da bassa tensione.

Il conferenziere espone in dettaglio i particolari costruttivi relativi all'installazione delle lampade, delle condutture e degli apparecchi necessarii alla regolazione del sistema, illustrandoli con numerose proiezioni, ed accenna infine alle disposizioni ora adottate in via transitoria in attesa della completa attuazione del nuovo progetto.

Al termine della comunicazione, vivamente applaudita, il Presidente ringrazia l'Ing. Peri. Quindi annuncia all'assemblea che il giorno 3 luglio si effettuerà una gita sociale a Bardonecchia per visitarvi gli impianti di elettrificazione delle Ferrovie di Stato, e che tale gita sarà preceduta la sera del 1° luglio da una conferenza illustrativa dell'Ing. Camillo Ferrero. Dichiara con ciò chiuso il ciclo invernale di conferenze e rivolge ai Soci un caldo appello perchè vogliano contribuire a portare nuove comunicazioni e nuovi temi di discussione nelle riunioni sociali che saranno riprese nel prossimo autunno.

XXVI Riunione Annuale in Sicilia

OTTOBRE 1921

Programma preliminare

1. Ottobre 1921 — Sera. - Ritrovo a Napoli e imbarco sul piroscafo per Palermo.
2. » Ore 10 arrivo a Palermo - ore 12 colazione a Monreale - ore 15 Seduta inaugurale del Congresso - ore 20 Pranzo offerto dalla S. G. E. S.
3. » Gita ai lavori di Piana dei Greci con colazione offerta dalla S. G. E. S. - Seduta serale.
4. » Mattina e pomeriggio seduta - sera pranzo A. E. I.
5. » Gita (in treno speciale) Palermo - Girgenti - Siracusa - Palermo: (part. ore 6) Girgenti: (arrivo ore 10 - part. ore 15) Siracusa: (arrivo ore 22) - pernottamento - come alternativa visita alle Miniere di Zolfo.
6. » Siracusa: visita della città e delle antichità - Pranzo offerto dalla Società Siracusana di Elettricità.
7. » Partenza Siracusa alle ore 8 (in treno speciale) - arrivo a Catania alle ore 10. - Catania: continuazione e chiusura del Congresso - pernottamento e pranzo offerto dalla Società Catanese di Elettricità.
8. » Gita in automobile Catania-Etnea-Alcantara-Taormina con visita delle officine della S. G. E. S. - Colazione offerta dalla S. G. E. S. all'Alcantara - Arrivo a Taormina alle ore 17 - pernottamento.
9. » Partenza da Taormina alle ore 10 - Arrivo a Messina alle ore 12 - Colazione offerta dalla Società Messinese di Elettricità - Visita della città. - Scioglimento della Riunione e partenza per il Continente alle ore 20.

Comunicazioni e discussioni.

I temi che saranno posti in discussione durante il Congresso saranno i seguenti:

— *Applicazione dell'elettricità alle miniere ed all'irrigazione.*
— *Trasmissione dell'energia elettrica attraverso lo stretto di Messina.*
— *Il problema dei serbatoi e della elettrificazione della Sicilia.*
— *Comunicazioni telefoniche fra la Sicilia e il continente.*

Sono già assicurate importanti relazioni sui diversi temi. Tutti coloro che intendessero presentare memorie al Congresso sui temi suindicati od anche su altri argomenti, sono pregati di darne avviso al più presto all'Ufficio Centrale, e di inviare il testo dei loro lavori entro il 15 agosto p. v. Non si accetteranno Comunicazioni dopo tale data.

TEDESCHI GIOVANNI FU GIOVANNI, gerente responsabile — ARTI GRAFICHE VARESINE - VARESE

VOL. VIII (XXV degli Atti) 15 Luglio 1921 N. 20

L'ELETTROTECNICA

GIORNALE ED ATTI DELLA

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

REDAZIONE ED AMMINISTRAZIONE: VIA SAN PAOLO, 10 - MILANO - TELEFONO N. 20-86

REDATTORE CAPO: A. BARBAGELATA - REDATTORI U. BORDONI - M. SEMENZA - G. VALLAURI

È GRADITA LA COLLABORAZIONE DEI LETTORI - GLI ARTICOLI DI INTERESSE GENERALE ACCETTATI DALLA REDAZIONE SONO COMPENSATI

I MANOSCRITTI NON SI RESTITUISCONO

I nuovi soci corrispondenti.

Fra le nuove iniziative della Presidenza Generale, vogliamo oggi ricordare quella dei soci corrispondenti. Il Presidente Generale Ing. Del Buono, ha potuto ottenere da alcuni nostri benemeriti colleghi residenti all'estero (di cui diamo più avanti i nomi) che essi si assumano rispetto all'A. E. I. delle funzioni analoghe a quelle dei consoli, costituendo il naturale collegamento fra la nostra e le Associazioni consorelle, e raccogliendo dati e notizie che possono interessare l'elettrotecnica nazionale. Oggi appunto possiamo pubblicare nelle Note Economiche, le notizie sulle dogane spagnuole, inviate dall'Ing. BARUCCI da Barcellona.

Conferenza internazionale a Parigi.

La nostra Associazione è stata ufficialmente invitata a partecipare alla Conferenza indetta a Parigi, in Ottobre, dall'*Union des Syndicats de l'Electricité*, per lo studio di tutti i problemi relativi alle grandi trasmissioni di energia elettrica, e la presidenza generale ha già deliberato di inviare tre delegati che verranno prossimamente designati. Pubblichiamo nella cronaca, il programma dell'importante Conferenza.

Sul prossimo Congresso in Sicilia.

Completando le notizie dello scorso numero sul prossimo *Congresso in Sicilia*, diamo un primo elenco delle comunicazioni già assicurate, sufficiente a mostrare quanto sarà elevato anche dal lato tecnico l'interesse della XXVI riunione Sociale che dovrebbe per ogni riguardo riuscire veramente memorabile nei fasti dell'Associazione.

Per aiutare i disoccupati.

La presidenza si è anche preoccupata della crisi che, com'era fatale dopo gli anni prosperi, travaglia ora le industrie e la vita stessa del Paese ed ha disposto perchè il nostro giornale possa in qualche modo giovare ai colleghi disoccupati facilitando ad essi le ricerche di lavoro. Riportiamo nella parte ufficiale, le norme all'uopo stabilite dall'ufficio centrale.

Impianti recenti di trazione elettrica ferroviaria.

Mentre le elettrificazioni da tempo deliberate proseguono più o meno rapidamente, e mentre nuove elettrificazioni sono decise dal Consiglio Superiore (sono di ieri le deliberazioni relative alla Genova-Ovada, alla Milano-Bologna, affidata all'industria privata, alla linea primaria per l'alimentazione della Benevento-Foggia) sono entrate in esercizio, in questi ultimi tempi due linee secondarie che presentano un particolare interesse per se stesse e per la questione del sistema.

Si tratta della Torino-Lanzo-Ceres, in sede propria, a scartamento normale, e della Pinerolo-Perosa a scartamento ridotto. Da tempo sulla prima, già più volte menzionata in queste colonne, converge l'attenzione dei tecnici, trattandosi del primo esperimento importante di trazione a corrente continua a 4000 Volt, su linea a forte traffico, con pendenze assai sentite. Le prove eseguite infatti in America, alcuni anni or sono (1) a 5000 Volt, non solo non ebbero seguito, ma riguardavano una linea di carattere piuttosto tramviario. Se in quel caso il maggiore interesse, oltre che dal valore della tensione, era offerto dall'uso dei convertitori a mercurio e dall'adozione dei motori a due armature, nel caso attuale ci troviamo di fronte a molte interessanti novità in tutti i particolari dell'attrezzatura. E' quindi con vero piacere che possiamo pubblicare oggi il testo della comunicazione alla Sezione di Torino del Prof. FERRARIS che potè seguire tutti gli studi ed i lavori dell'elettrificazione, svoltisi in gran parte in tempo di guerra, fra difficoltà di ogni genere.

In tutto l'impianto la parte sulla quale si appuntano più intensamente gli occhi dei tecnici, come è naturale, sono i locomotori. Meccanicamente essi non presentano nulla di nuovo perchè si giovano di 4 motori colla sospensione normale di tipo tramviario; ma elettricamente, come si è detto sopra, per la prima volta si hanno due motori in serie che funzionano sui 4000 Volt. Ogni collettore quindi sopporta 2000 Volt. A bordo del locomotore vi sono gli apparecchi e i macchinari che assicurano la protezione dei motori contro corti circuiti e il funzionamento dei varii servizi, freno, illuminazione, ecc. Particolarmente importante fra questi è l'interruttore automatico, ampiamente descritto dal Prof. Ferraris.

Su un altro punto vorremmo inoltre richiamare l'attenzione dei nostri lettori, e precisamente sul sistema di controllo impiegato che è simile a quello già usato dalla Brown Boveri di Baden, in alcuni impianti a 2000 V c. c. in funzione già da vari anni in Isvizzera. Questo sistema contrariamente alla pratica americana, non fa uso di contattori, ma solamente di un comando meccanico, completamente indipendente da trasmissioni elettromagnetiche. L'estrema semplicità del meccanismo rappresenta, secondo noi, una delle cause essenziali del successo di questo sistema di controllo, che elimina molte complicazioni e cause di guasti.

La ferrovia è già in funzione da quasi un anno e i locomotori hanno dovuto sopportare un lavoro molto superiore alle previsioni, e per quanto sia troppo presto per tirare conclusioni definitive, si può dire che finora non solo non si constatarono gravi inconvenienti, come spesso succede nei nuovi impianti, ma il servizio ha sempre proceduto nel migliore dei modi.

Pare quindi lecito ritenere che l'estensione del sistema a corrente continua dalle tensioni di 2000 — 2400 V e dalle potenze di 150 — 200 kW, alla tensione di 4000 V con potenze di 500 — 600 kW sia avvenuta nel modo più felice, nonostante la gravità delle particolari condizioni di esercizio in cui ebbe luogo l'esperimento.

Il Prof. Ferraris, nella chiusa della sua comunicazione, si mostra tuttavia perplesso circa l'ulteriore estensione che il sistema dovrebbe subire per l'applicazione alle Ferrovie dello Stato; ma pur rendendoci conto delle ragioni tecniche che ispirano i suoi dubbi osiamo pensare che questi siano alquanto eccessivi. Non si deve infatti dimenticare, per quanto concerne le potenze dei locomotori, che non v'è affatto bisogno di ricorrere all'esperienza straniera, e che i locomotori E 320, da anni in servizio regolare sulle ferrovie Varesine, hanno dato prova anche in occasione di recenti esperienze (2) di poter fare un servizio assai più pesante di quello per cui furono previsti, tantochè, appunto per la maggior elasticità dei motori a corrente continua, i loro 1200 kW nominali hanno mostrato di equivalere in pratica ai 2000 kW nominali dei locomotori trifasi studiati per soddisfare a tutte le esigenze dei nostri traffici. E per quanto riguarda le tensioni, ossia, sopratutto gli apparecchi di protezione, il fatto di aver felicemente raggiunti i 4000 Volt con potenze ridotte, accoppiato alla lunga esperienza americana dei 3000 Volt con potenze veramente enormi, dovrebbe togliere ogni dubbio circa la felice riuscita dell'esperimento più o meno prossimo sulla Benevento-Foggia.

Calcolo dei pali.

Un breve articolo del Collega SEMENZA, studia, dal punto di vista teorico e pratico, l'influenza che può avere sul peso di un palo, calcolato con un metodo di minimo peso, l'impiego di ferri vicini fra di loro per sezione e momento d'inerzia. Prendendo lo spunto dalle osservazioni fatte al suo ultimo studio dall'Ing. Tognazzi (3) e dal metodo di calcolazione proposto dall'Ing. Fascetti (4) l'A. dimostra che entro certi limiti l'influenza delle variazioni dei vari elementi sul peso del palo è piccola e che non è quindi necessaria una eccessiva accuratezza dei calcoli, tanto più che per arrivare a conclusioni rapide occorre ammettere semplificazioni nelle ipotesi iniziali. In conclusione quindi risulta più che sufficiente per i bisogni della pratica l'assunzione di un valore medio per il rapporto fra il momento d'inerzia e il quadrato della sezione, sulla quale assunzione è basato il metodo di calcolo proposto dal Semenza.

Il presente studio chiude la serie degli articoli pubblicati su questo argomento, e a nostra opinione esaurisce la materia in discussione. Se si esaminano infatti i risultati di esso e dei precedenti si può concludere che il metodo di minimo per il calcolo di pali a traliccio può rendere buoni servizi in pratica perchè accelera grandemente il progetto di quelle strutture in apparenza semplici, ma in realtà così complesse che sono i pali a traliccio per linee di trasmissione elettrica.

Esso permette un rapido confronto fra pali calcolati per varie lunghezze di campata e facilita così la determinazione della campata più conveniente. Inoltre, per la sua semplicità meccanica, esso esclude a priori la possibilità di incorrere in errori numerici, ciò che ha importanza quando i calcoli debbano essere frequentemente eseguiti.

Risulta inoltre che non si possono richiedere al metodo di sua na-

(1) Vedasi questo giornale, 1916 a pag 37.

(2) Vedasi a pag. 184, quest'anno (Relazione Semenza).

(3) Vedasi a pag. 220, quest'anno.

(4) Vedasi a pag. 175, quest'anno.

tura semplificativo e generale, eccessiva finezza e precisione non giustificata d'altronde dalla materia stessa del calcolo. Infatti una volta determinate le sezioni occorrenti col metodo di minimo, lo scegliere nelle tabelle dei ferri o fra i ferri esistenti in un dato caso, può farsi con una certa larghezza. In via generale si può dire che nei limiti di $\pm$ 10% dei valori risultanti dal calcolo si può scegliere, sia la sezione dei ferri, sia la larghezza della base, sia l'angolo d'inclinazione dei tralicci senza per questo variare sensibilmente il peso complessivo del palo.

Può quindi ritenersi che il metodo dia uno schema per il palo di uniforme resistenza e di minimo peso sul quale secondo le esigenze pratiche si possono adattare varie forme esecutive, cosicchè esso sembra costituire un modesto ma non disprezzabile passo nella continua evoluzione dei nostri impianti elettrici verso forme sempre più perfette e più economiche.

LA REDAZIONE.

RECENTI IMPIANTI DI TRAZIONE ELETTRICA A CORRENTE CONTINUA AD ALTA TENSIONE

Prof. LORENZO FERRARIS

Il problema dell'applicazione della trazione elettrica alle ferrovie è certo uno dei più gravi ed importanti, che si presentino oggi all'attività dei tecnici: allo studio di questi problemi l'A. E. I. ha portato largo concorso: basti ricordare le numerose ed interessanti pubblicazioni comparse in questi anni sull'Elettrotecnica; basti ancora ricordare l'ampia discussione che sulla scelta fra sistema trifase e sistema a corrente continua si è per mia iniziativa svolta al Congresso di Trento dell'A. E. I., discussione che ha valso a caratterizzare bene le proprietà — vantaggi ed inconvenienti — dell'uno e dell'altro sistema, e che ha certo avuto influenza non trascurabile sulle decisioni stabilite per l'elettrificazione della rete ferroviaria italiana di Stato.

Non intendo ritornare ora sul paragone dei due sistemi, e neppure mi propongo di trattare in modo generale il problema dell'applicazione della corrente continua ad alta tensione alla elettrificazione delle ferrovie: il compito che mi sono posto è assai più modesto.

Recentemente il Tecnomasio Italiano Brown Boveri ha attivato l'elettrificazione in corrente continua di due importanti linee — la ferrovia Torino-Lanzo-Ceres e la tramvia Pinerolo-Perosa Argentina — che per la importanza del traffico, per la novità e genialità delle disposizioni adottate, per la bontà dei risultati conseguiti merita tutta l'attenzione dei tecnici.

Avendo dovuto per ragioni di ufficio occuparmi ampiamente della elettrificazione della ferrovia di Lanzo, ed avendo anche avuto occasione di visitare la tramvia di Perosa, mi è parso non privo di interesse indicare le caratteristiche del sistema studiato dal T. I. B. B. e porre ancora in rilievo la differenza fra le disposizioni adottate nell'uno e nell'altro caso in dipendenza delle diverse condizioni delle due linee. Alla Direzione del Tecnomasio Italiano, che mi ha facilitato questo studio, porgo vivissimi ringraziamenti.

Precisato così lo scopo che mi propongo entro senz'altro in argomento: richiamo perciò anzitutto le caratteristiche principali delle due linee.

Come natura del traffico le due linee presentano notevoli analogie, perchè entrambe si svolgono per la prima parte a debole pendenza in una zona industriosa, mentre nella parte superiore si protendono all'interno di valli — Stura e Chisone — molto frequentate da villeggianti e turisti specialmente nel periodo estivo.

Le condizioni di traffico sono specificate dai seguenti valori riferiti al percorso reale: sulla ferrovia di Lanzo circa 30 000 000 Tonn/km corrispondente a 300 000 Treni/km, e nella tramvia di Perosa 4 500 000 Tonn/km corrispondente a 75 000 Treni/km.

Sulla tramvia di Perosa il servizio è in parte misto per viaggiatori e merci, invece sulla ferrovia di Lanzo, i due servizi sono completamente separati con treni distinti.

La ferrovia di Lanzo si svolge tutta su sede propria con scartamento normale, ed ha la lunghezza complessiva di 43 km così ripartiti:

Tratto	Lunghezza semplice	Pendenza media	Pendenza massima	Peso rotaie
Torino-Lanzo . .	km. 31 (1)	11 ‰	14 ‰	30 kg/ml.
Lanzo-Pessinetto	» 9	22 »	27 »	36 »
Pessinetto-Ceres .	» 3	35 »	35 »	36 »

(1) di cui 10 a doppio binario.

Le curve hanno raggio minimo di 400 m sino a Lanzo e di 200 m fra Lanzo e Ceres: in tale tratto oltre Lanzo vi sono 5 gallerie della lunghezza totale di circa 800 m, la maggiore di 250 m.

La tramvia Pinerolo-Perosa si svolge tutta sulla strada nazionale, salvo un breve tratto in sede propria oltre Ponte Lemina all'uscita dall'abitato di Pinerolo; è quasi sempre in salita con pendenza fra 10 e 25 ‰, che raggiunge il 35 nell'ultimo tratto: le curve hanno raggio minimo di 50 m; lo scartamento è ridotto a 1100 mm; le rotaie pesano 18 kg/ml, saranno però sostituite con rotaie di 25; la lunghezza totale della linea è di km 17,7.

Nello studio tecnico di entrambe queste elettrificazioni fu dato il massimo peso alle considerazioni di economia, specialmente nella spesa di primo impianto: fu perciò adottata la corrente continua per la semplicità della linea aerea di contatto, e si stabilì una tensione abbastanza elevata che permettesse di alimentare la linea di contatto con una sola centrale verso la metà, pur senza richiedere un peso eccessivo di rame.

Per la ferrovia di Lanzo, fissata la centrale a Ciriè a 20 Km da Torino, dai calcoli è risultato che, coll'orario prestabilito di servizio, la tensione di 4000 Volt in partenza poteva permettere il completo servizio con una caduta di tensione in linea non superiore al 15%, quando si adottasse un filo di contatto di 60 mmq e si disponesse inoltre fra Ciriè e Germagnano un feeder laterale di pari sezione; questo feeder, per la difficoltà dell'attraversamento di una galleria, fu effettivamente posato solo sino a Lanzo: notisi che il tratto da Borgaro a Ciriè è a doppio binario, quindi con due fili di contatto della sezione di 60 m/mq.

Sulla tramvia di Perosa la centrale di alimentazione, per la vicinanza alla officina di produzione fu posta a Villar-Perosa a circa 11 km da Pinerolo; fu adottata la tensione di 2200 Volt, e la linea fu equipaggiata con filo di contatto di 50 mmq senza feeder di alimentazione; la caduta ammessa in linea è di circa il 20%.

LINEA DI CONTATTO. — In entrambi i casi per la maggior parte del percorso la sospensione del filo di contatto è del tipo a catenaria semplice, sospeso ad una corda portante in acciaio di 7 fili della sezione di 34,5 mmq mediante pendini del diametro di 3 mm alla distanza media di 4 a 5 m.

In massima la sospensione è a mensola con collare di attacco ai pali, la mensola porta con opportuno isolatore la corda d'acciaio, un ancoraggio laterale regola la posizione orizzontale del filo di contatto. In alcuni tratti, e particolarmente nel percorso a doppio binario sulla Lanzo, e negli attraversamenti di abitati per la Perosa la sospensione è trasversale con doppio filo di sostegno in acciaio, per la corda portante e per il filo di contatto. Nelle stazioni della Lanzo si è abbandonata la corda portante, e il filo di contatto è sostenuto unicamente dai trasversali con opportuni isolatori. Nelle gallerie i trasversali sono ancorati con ganci a muro. Il feeder è portato lateralmente dagli stessi pali.

Sulla ferrovia di Lanzo, per evidenti ragioni di economia, furono adottati esclusivamente pali in legno di m 9,20 di altezza minima, con diametri alla base variabili, secondo le condizioni di cimento fra 26 e 35 cm e fra 19 e 27 in sommità, posati con piccolo blocco di calcestruzzo fra terra ed aria. In rettifilo la distanza massima fra i pali è di m 50 per la sospensione catenaria, e di m 35 per la sospensione trasversale.

Anche per la tramvia di Perosa furono in massima adottati pali in legno, salvo i tratti nell'abitato di Pinerolo ed entro la stazione delle ferrovie di Stato, in cui furono imposti pali Mannesman.

Sulla Lanzo la linea è divisa con separatori alle stazioni principali in 15 tratti ed è munita nel suo percorso di 9 scaricatori a corna con bobina soffiante. La Perosa è divisa in 5 tratti e porta 6 scaricatori.

In entrambe l'altezza del filo di contatto sul piano del ferro è a m 5,50 in sede propria, e 6 su strada e nelle stazioni.

Le connessioni longitudinali delle rotaie furono stabilite con filo di rame rispettivamente di 60 e 50 mmq di sezione: collo stesso filo furono fatti i collegamenti trasversali, che nella Lanzo hanno distanza media di 60 a 70 m fra le rotaie, e di 150 fra i 2 binari.

ALIMENTAZIONE. — La ferrovia di Lanzo ha acquistato l'energia per l'alimentazione dalla Società Elettricità Alta Italia sotto forma di corrente trifase alla frequenza di 50 periodi ed alla tensione di 22 000 Volt, che la Società si è riservata di portare in seguito a 39 000. Per tale alimentazione era prima prevista una linea speciale fra la centrale di Funghera e la sottostazione di Ciriè: ragioni di economia hanno consigliato di soprassedere alla costruzione di tale linea, e di studiare se soluzioni più semplici non potessero offrire pari e forse anche maggiore sicurezza di esercizio. La Società Alta Italia trasmette l'energia da Funghera a Torino mediante 3 linee, due a 22 000 Volt corrono parallelamente alla ferrovia, la terza invece a 40 000 Volt

passa presso la Mandria e Venaria. Per ora, e salvi i provvedimenti che risultassero necessari, si è fatto solo il collegamento più economico alle linee adiacenti, e poichè di queste linee, l'una è diretta fra Funghera e Torino, mentre l'altra alimenta gli utenti distribuiti lungo il percorso, si stimò più sicuro limitare l'attacco alla prima, introducendola però nella sottostazione, e munendola ivi di un interruttore di sezione, così da poter ottenere l'alimentazione della sottostazione o da Funghera o da Torino per mezzo degli altri centri di produzione della stessa Società.

La tramvia di Perosa viene alimentata con linea diretta dalla Centrale delle Officine di Villar Perosa con corrente trifase alla frequenza di 50 periodi ed alla tensione di 3000 Volt.

STAZIONE DI CONVERSIONE. — La sottostazione di Ciriè trasforma il trifase in corrente continua a 4000 Volt: sono perciò installati due trasformatori della potenza in servizio continuo di 800 kVA con secondario a 500 Volt, e due gruppi di conversione (motore sincrono-dinamo) della potenza continua di 650 kW, sulla corrente costante, e colla potenzialità di sovraccarico del 30% per 1/2 ora, e del 100% per 5' con intervalli di due ore nel funzionamento a pieno carico.

Sull'impianto trifase ad alta tensione non si nota nulla di speciale caratteristico salvo l'interruttore, già prima ricordato, per la divisione della linea e l'alimentazione indipendente da Funghera o da Torino.

I trasformatori hanno primario a triangolo con attacchi distinti per 22 500, 22 000, e 21 500 Volt, secondo la regolazione della linea, con isolamento per 39 000 Volt, in previsione del passaggio a concatenamento a stella: sul secondario a 500 Volt si ha pure la presa a 250 Volt per l'avviamento dei motori.

Ogni gruppo di conversione è costituito da 5 macchine distinte accoppiate sullo stesso albero a 1000 giri: il motore sincrono e le due dinamo in serie fra loro a 2000 Volt, sono portate da 4 supporti sopra un unico basamento in ghisa: sono invece montate in sbalzo sui due supporti estremi due eccitatrici, l'una per il sincrono, l'altra per le due dinamo.

Il sincrono viene avviato come asincrono alla tensione ridotta di 250 Volt; per evitare false manovre un sistema di blocco impedisce la chiusura degli interruttori dei trasformatori se i circuiti del sincrono non siano predisposti per l'avviamento: per la regolazione del fattore di potenza del sincrono ai vari carichi, sulla eccitazione della sua eccitatrice agisce un avvolgimento compound percorso dalla corrente di linea dell'impianto, naturalmente sul polo a terra.

Le due dinamo tetrapolari con poli ausiliari hanno eccitazione indipendente, data dalla seconda eccitatrice, e controllata da regolatori rapidi tipo Brown Boveri per mantenere costante la tensione e per ripartire il carico nel funzionamento in parallelo dei due gruppi.

Un gruppetto (motore asincrono-dinamo) a 60-90 Volt da 10 kW è predisposto per i servizi interni d'officina e per la carica di una piccola batteria, che serve all'alimentazione delle lampade spia, degli elettromagneti degli automatici, e della illuminazione di sicurezza: l'illuminazione normale è alimentata da un trasformatore trifase da 3 kW.

Quanto alla disposizione dei circuiti sul quadro a corrente continua i poli negativi dei due gruppi sono direttamente connessi alla sbarra negativa, collegata a sua volta al binario di servizio adiacente alla Centrale: invece i poli positivi si collegano alla corrispondente sbarra attraverso ad interruttori unipolari automatici: dalla sbarra partono le due linee di alimentazione verso Torino e verso Ceres, esse pure munite di analoghi interruttori: su ognuna delle linee è inoltre inserita una resistenza in piastre di ghisa di circa 0,2 ohm, per attenuare l'intensità di corrente nei corti circuiti.

Parte caratteristica fondamentale del sistema sono appunto questi interruttori automatici. E' noto che negli impianti di trazione a corrente continua ad alta tensione i pericoli più gravi dipendono dai corti circuiti, i quali determinano i così detti « flash-over », cioè archi completi e potenti sul collettore fra spazzola e spazzola, che possono danneggiare gravemente le dinamo: è noto ancora che le Ditte americane hanno cercato di ovviare al pericolo adottando interruttori a funzionamento rapidissimo — centesimi di secondo —, e frapponendo sul collettore fra le spazzole opportuni separatori. Invece il sistema protettivo del Tecnomasio Italiano parte da diverso concetto, e precisamente si basa, oltre che sugli speciali criteri ed accorgimenti costruttivi del macchinario, anche sulla adozione di automatici ad interruzione multipla con rompi-arco ed inserzione graduale di resistenze, automatici che hanno pure azione diretta sull'eccitazione delle dinamo. Sopra questi interruttori, che tanta importanza hanno nell'im-

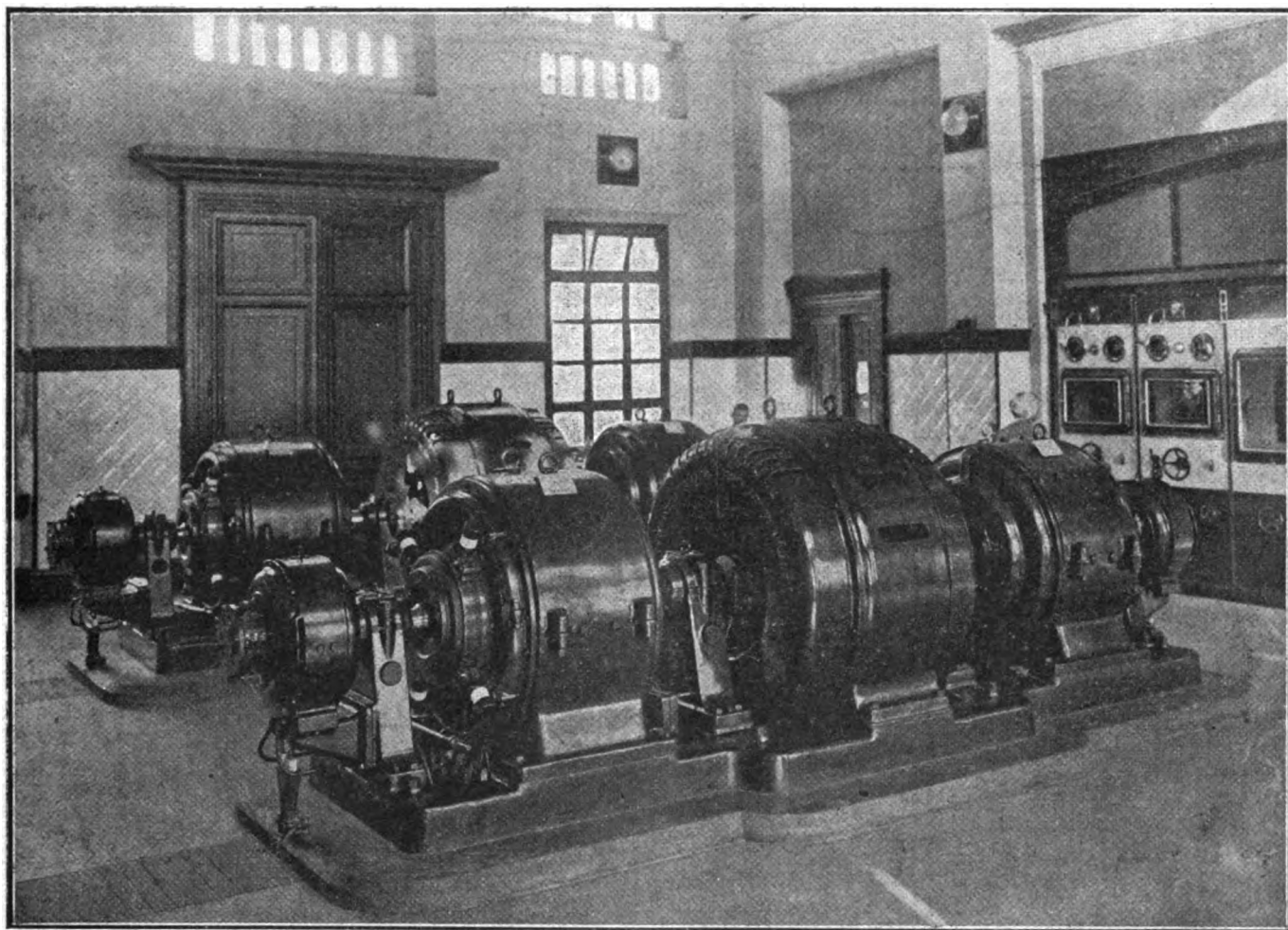



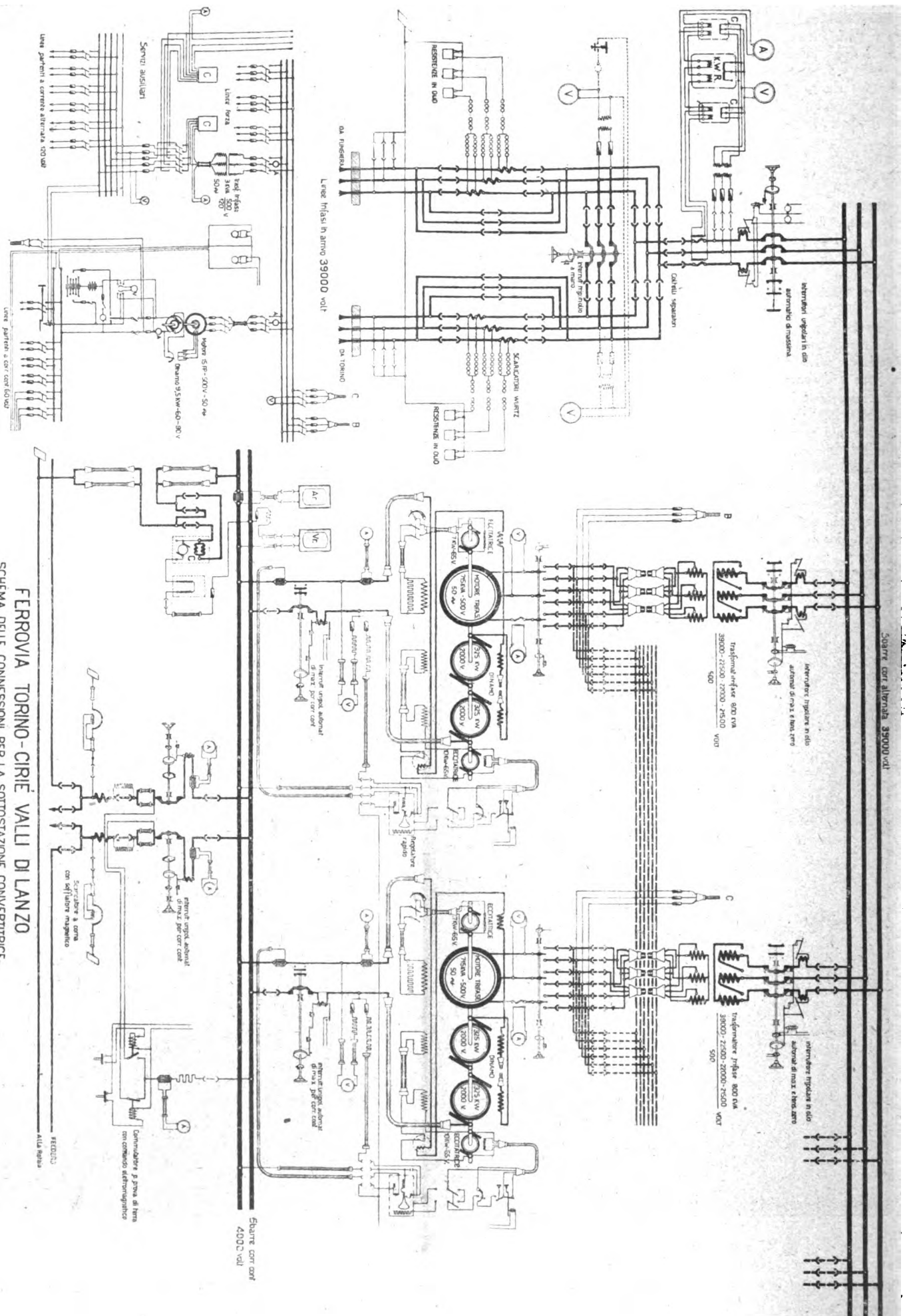
Fig. 1. — Sottostazione di conversione a Ciriè.

FERROVIA TORINO-CIRIÉ VALLI DI LANZO
SCHEMA DELLE CONNESSIONI PER LA SOTTOSTAZIONE CONVERTITRICE

Fig. 1 bis.

pianto, è opportuno che portiamo in modo speciale la nostra attenzione.

La fig. 2 rappresenta la disposizione schematica dell'interruttore: esso è costituito da un contatto principale amperometrico fra

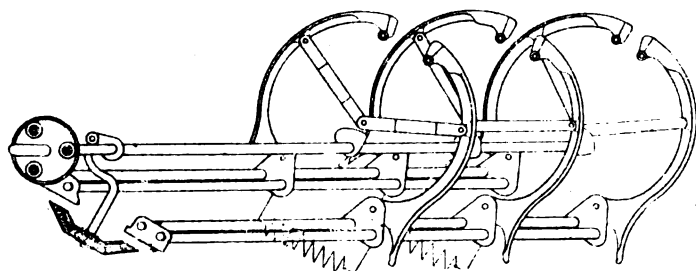



Fig. 2. — Disposizioni schematiche di un interruttore automatico per 4000 V. c. c.

grossi blocchi e da tre contatti sussidiari in serie fra loro ed in derivazione sul primo, stabiliti questi ultimi fra blocchetti di rame por-

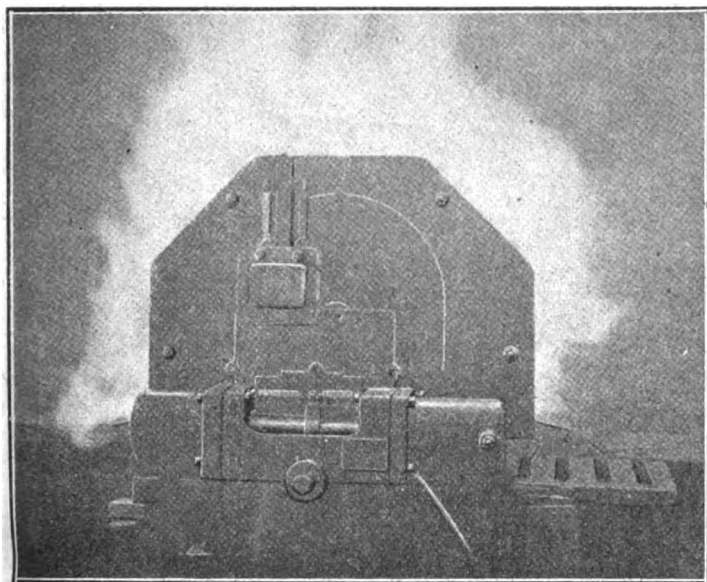



Fig 3. — Interruzione di un corto circuito con interruttore automatico tipo per 2200 Volt.

tati da archi in alluminio; sui due primi sono poste in derivazione apposite resistenze, mentre su tutti tre agiscono all'apertura potenti soffi elettromagnetici. Nella manovra di apertura si toglie anzitutto il fine il terzo che dà la definitiva apertura del circuito. I contatti sussidiari sono divisi con separatori in bachilite e setti incombustibili in eternit. L'azione del soffiatore elettromagnetico risulta ben evidente dalla fig. 3, in cui si vede come per l'effetto soffiante l'arco si allunghi ben oltre la distanza di pochi cm fra i blocchetti, spostandosi lungo gli archi in alluminio.

L'apertura degli interruttori automatici di macchina determina ancora l'inserzione di resistenze nel circuito di eccitazione della eccitatrice delle dinamo; oltre a ciò un solenoide sul polo negativo determina l'indebolimento di campo delle stesse dinamo; quest'ultimo indebolimento è provato da un automatico regolato per una intensità di 10 a 15 Ampere minore a quella degli automatici di macchina: questi sono regolabili fra 250 e 450 Ampere, fra 350 e 600 gli interruttori di linea.

Merita ancora di essere notata la disposizione per la prova d'isolamento della linea colla chiusura su data resistenza.

Ricorderò da ultimo che tutta la centrale è prevista per la installazione di un terzo gruppo.

Per la tramvia di Perosa la sottostazione del Villar è per ora costituita da un solo gruppo di conversione della potenza in servizio continuativo di 400 kW in corrente continua alla velocità di 975 giri, formato da un motore asincrono e da una dinamo a 2200 Volt, portati da tre supporti su basamento di ghisa, con eccitatrice sostenuta in sbalzo. Tutta l'apparecchiatura dei quadri è assai più semplice, in particolare nell'interruttore automatico i rompi-arco dello stesso tipo fra sbarre arcuate in alluminio con contatti in rame, sono due soli, pure con resistenza derivata, e con setti divisori in eternit. Ad impianto completo la centrale è prevista per tre gruppi uguali.

LOCOMOTORI. — Come primo impianto furono per la ferrovia di Lanzo ordinati 5 locomotori (fig. 5); 3 per la tramvia di Perosa; la parte meccanica fu per i primi costrutta dalla Soc. It. Carminati & Toselli, per i secondi della Società FIAT Sezione Materiale Ferroviario. Entrambi i tipi di locomotori sono a due carrelli a 2 assi motori indipendenti, i motori con sospensione tipo tramviario, cioè con supporti di appoggio direttamente sull'asse da un lato e con sbarre di sostegno fisse con molle al telaio del carrello dall'altro lato: la trasmissione dal motore all'albero si fa con ingranaggi cilindrici. Due motori sono sempre connessi in serie, i due gruppi si possono collegare in serie ed in parallelo, con inserzione ed esclusione di resistenze. Su apposito telaio in ferro trafilato sono portate le casse dei locomotori: nel tipo Lanzo la cassa è costrutta in lamiera di ferro, e comprende: 2 cabine alle estremità per i manovratori, al centro la cabina per gli apparecchi ad alta tensione ed un piccolo bagaglio, su un fianco un corridoio di servizio: nel tipo Perosa (fig. 6) la cassa ha costruzione mista in ferro e legno, e comprende: 2 piccoli cofani esterni, che proteggono l'uno le resistenze di avviamento, l'altro il gruppo motore compressore, poi le due cabine per i manovratori, ed al centro la cabina per gli apparecchi ad alta, con un corridoio laterale di servizio. In entrambi i locomotori la presa di corrente è fatta

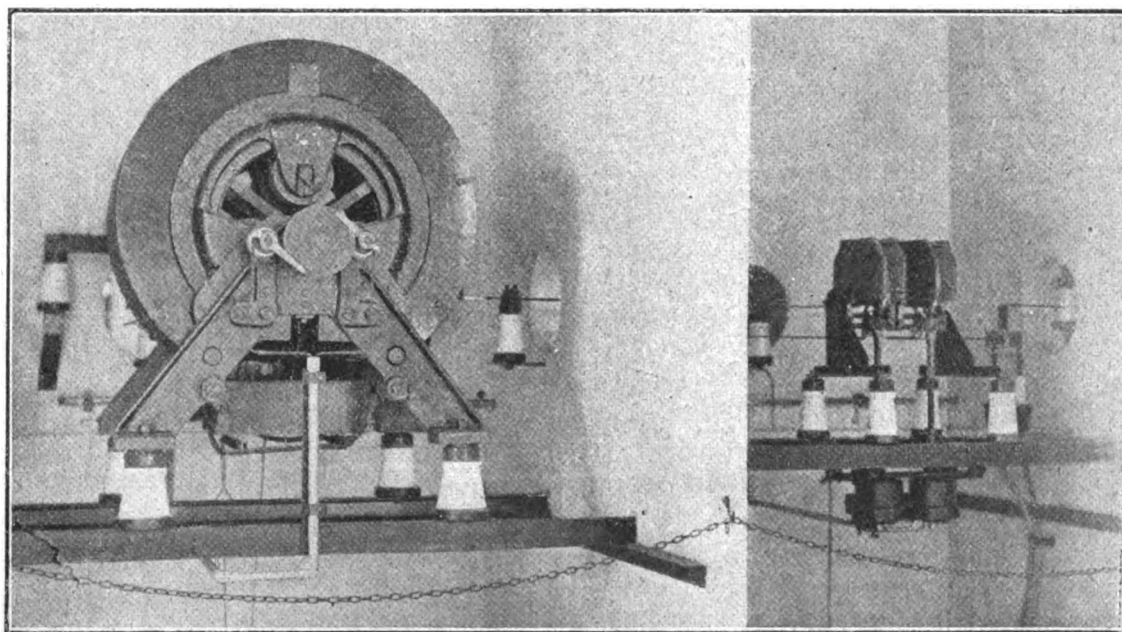



Fig. 4. — Interruttore automatico per 4000 volt c. c. nella sottostazione di Ciriè.

contatto principale, e vi si sostituiscono i tre contatti sussidiari in serie, si apre poi il primo di questi, che introduce una prima resistenza, poi il secondo che introduce una maggior resistenza, ed in-

con pantografi; 2 sulla Lanzo, ognuno dei quali si può escludere con coltelli divisori sul tetto; essi permettono uno spostamento di 2 m. — fra 4 e 6 — nell'altezza di presa; il pattino strisciante in allu-

minio ha lunghezza di m 1,05 e porta doppia gola per la lubrificazione con grasso (fig. 7).

il Westinghouse sulla Perosa è solo ad azione rapida, invece sulla Lanzo è pure moderabile, ed agisce anche sui rimorchi.

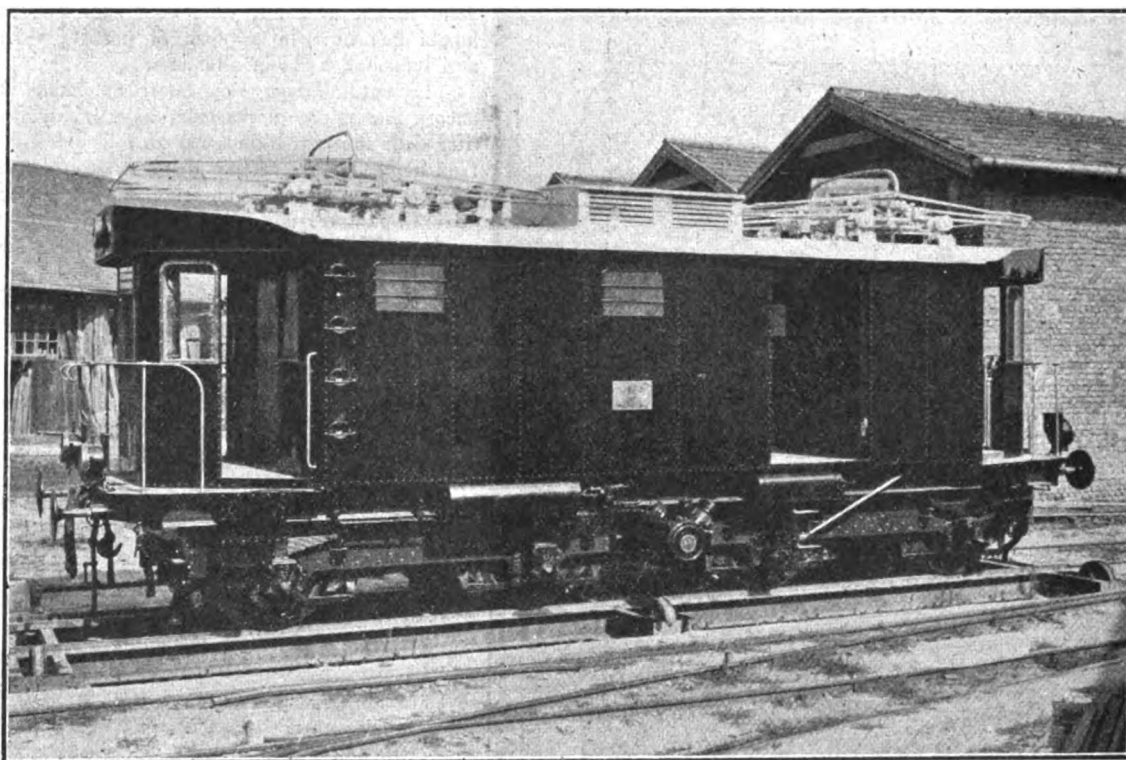



Fig. 5. — Locomotore ferrovia Torino-Ciriè-Valli di Lanzo.

La seguente tabella riassume i principali dati caratteristici dei due locomotori.

		LANZO	PEROSA
Lunghezza fra respingenti	m.	12.80	8.91
Distanza fra i perni dei carrelli	»	4.90	4.50
Interasse rigido dei carrelli	»	2.40	2.00
Diametro ruote motrici	»	0.98	1.00
Rapporto di trasmissione ingranaggi	»	3.95	5.15
Potenza totale oraria	kW	410	385
Velocità alla potenza oraria (campo pieno) . .	km/ora	31	19.6
» » » » (campo indebolito) . .	»	40	—
Sforzo trazione ai cerchioni a potenza oraria .	kg.	4600	4450

Il peso dei locomotori è di 42,1 Tonn. sulla Lanzo suddiviso in 21,5 Tonn per la parte meccanica e 20,6 Tonn per la parte elettrica. Sulla Perosa il peso di un locomotore è di 23,6 tonnellate.

Per la ferrovia di Lanzo il contratto stabilisce le garanzie di marcia, secondo un orario tipo prestabilito, che per il tratto Torino-Germagnano prevede la velocità di marcia di 65 e 45 km, cui corrispondono le velocità medie commerciali di 42 e 20 km, rispettivamente per i treni viaggiatori e per quelli merci con peso totale del treno di 105 e di 250 Tonn. Per il tratto Germagnano-Ceres i corrispondenti pesi si devono ridurre a 85 e 105 Tonn. e le velocità di marcia a 45 e 30 km corrispondenti alle velocità medie commerciali di 30 e 15 km.

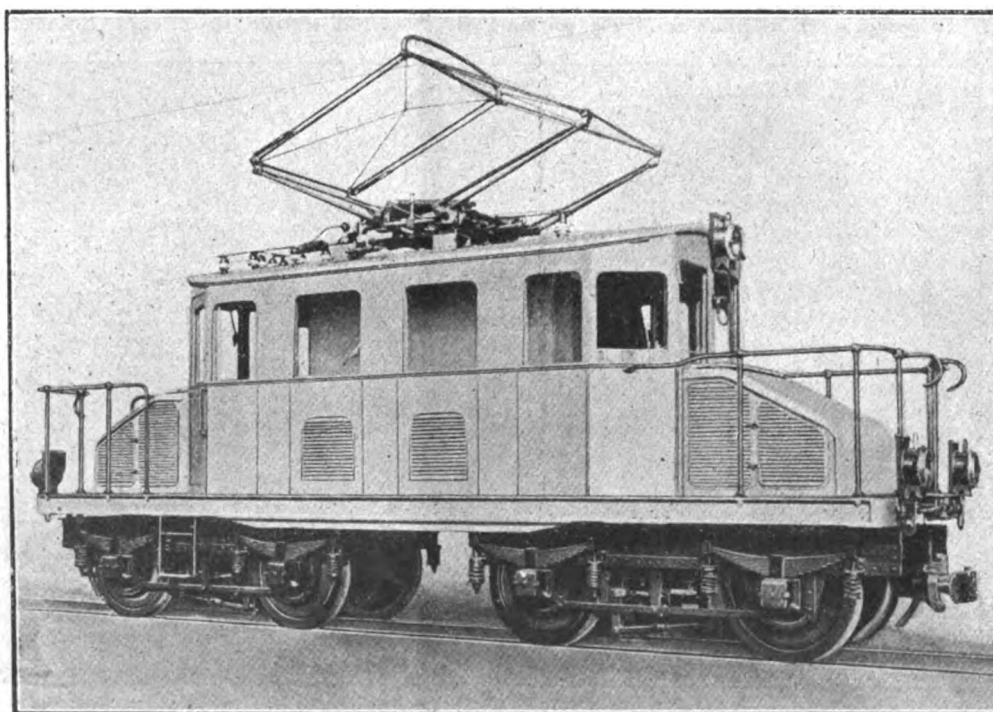



Fig. 6. — Locomotore tramvia Pinerolo-Perosa-Argentina.

In entrambi i locomotori il freno, che agisce su tutte le ruote, può venire comandato dalle due cabine, a mano o ad aria compressa:

Per la tramvia di Perosa mi basterà ricordare che la composizione dei treni è prevista per i pesi totali di 84 Tonn. per i viag-

giatori, e di 104 per le merci; la velocità di marcia non può naturalmente eccedere il limite regolamentare di 30 km imposto per le tramvie su strade.

Data la novità della costruzione non sarà sgradito qualche maggior dettaglio sui motori di trazione della Lanzo, che come si disse

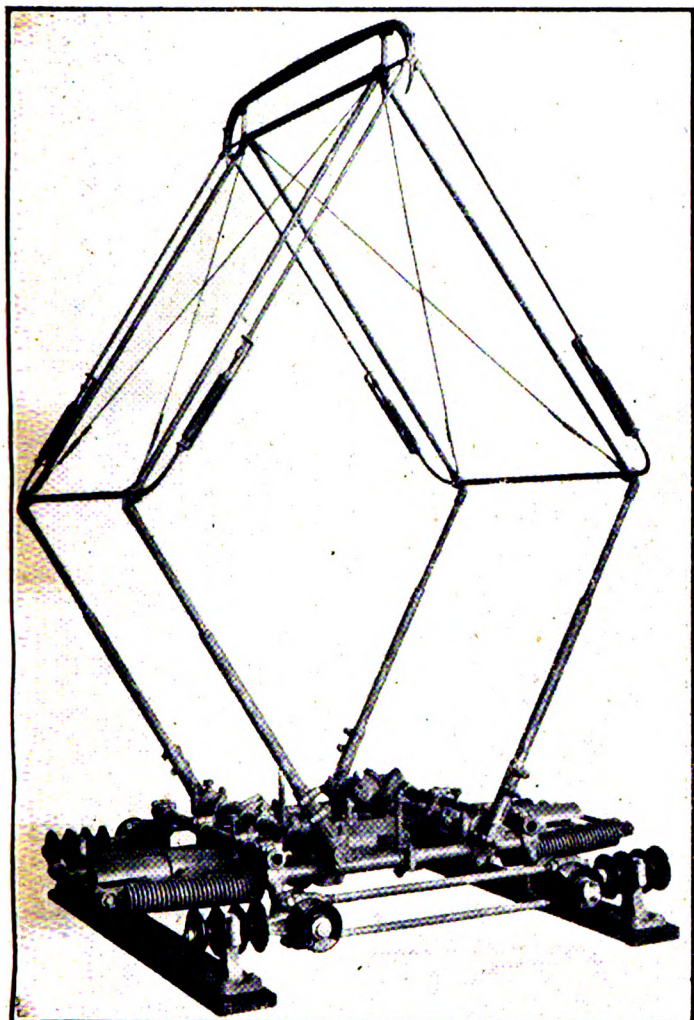



Fig. 7. Presa di corrente a pantografo.

sono sempre connessi in serie alla tensione media di 3600 Volt, con tolleranza del 10% in più o in meno. Tali motori sono tetrapolari con poli ausiliari, la carcassa in acciaio è fusa in un solo pezzo, ed

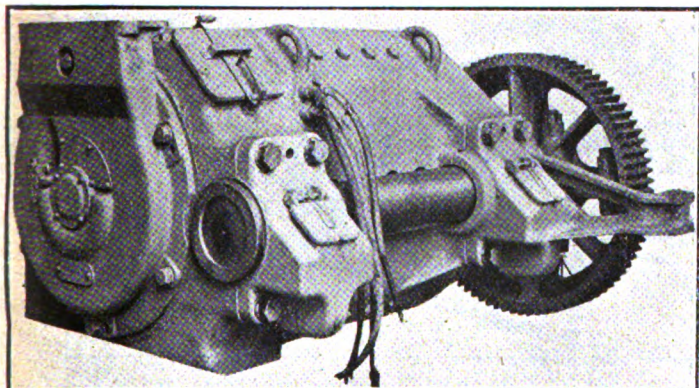



Fig. 8. — Motore G D T M 82.

è chiusa da dischi frontali che portano i cuscinetti dell'albero. L'avvolgimento dell'indotto è formato con piattina di rame, e precisamente ha per ogni canale 2 sistemi di 7 lamelle; l'isolamento fra piattina e piattina è in mica; ogni fascio formante spira è avvolto con tela sterling, e convenientemente pressato e sagomato. Il collettore ha in totale 345 segmenti, a cui corrisponde una tensione media fra segmenti continui di 21 Volt. Ogni motore è autoventilante ed ha lubrificazione a tampone.

Le figure 8, 9 e 10 rappresentano un motore completo, e rispettivamente l'indotto e l'induttore.

La figura 11 rappresenta invece il motore di trazione a 1000 Volt della Perosa.

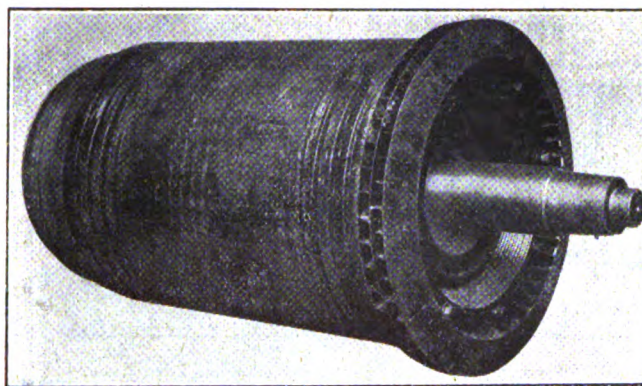



Fig. 9. — Indotto motore G D T M 82.

A completare il cenno sul macchinario dei locomotori mi resta a ricordare il gruppo dei servizi ausiliari, ed il gruppo compressore.

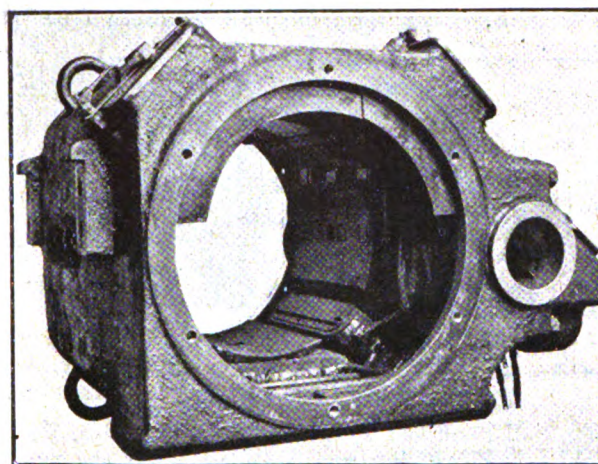



Fig. 10. — Campo motore G D T M 82.

Sulla Lanzo il primo gruppo (fig. 12 e 13), posto all'interno della cabina ad alta tensione, è costituito da 2 motori in serie a 2000 Volt, che comandano una dinamo coassiale a 110 Volt da 12 kW. Lo stesso albero comanda direttamente, il ventilatore sulle resistenze di regolazione del controller, che viene così ad impedire velocità eccessive sui motori in serie; disposizione analoga con un solo motore a 2000 Volt e ventilatore per regolare la velocità si ha nella Perosa.

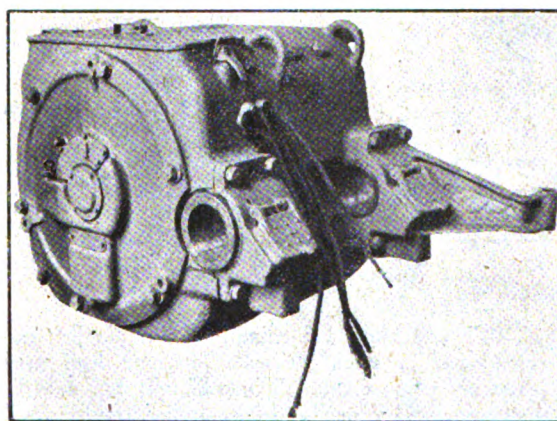



Fig. 11. — Motore G. T. M. 8 - Tramvia Pinerolo-Perosa.

Il gruppo compressore, che nella Perosa, come si è detto, è posto in uno dei cofani, nella Lanzo (fig. 14) è invece portato inferiormente da uno dei longaroni: esso è comandato da un motore da 8,5 Cav. a 120 Volt, 600 giri, ed è costrutto per pressioni di 7 atmosfere in serbatoio e per capacità di aspirazione di 876 l/1' a pressione normale e temperatura di 0° C.

Le resistenze d'avviamento sono in entrambi i casi costituite da piastre di ghisa siliciosa opportunamente raggruppate e poste in

una cassa chiusa interna alla cabina ad alta sulla Lanzo (fig. 15), e invece, come si disse, in uno dei cofani sulla Perosa (fig. 16).

Descritte così le parti principali dei locomotori ci rimangono a considerare le manovre di marcia ed i relativi organi di comando:

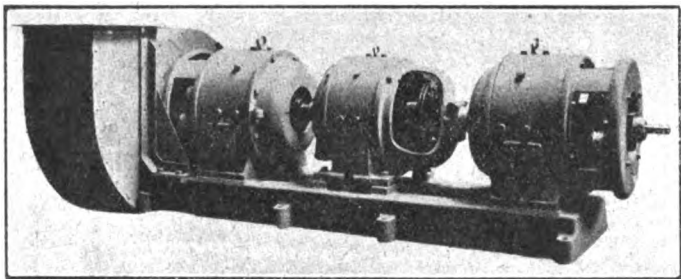



Fig. 12. — Gruppo di conversione per i circuiti ausiliari di un motore Torino-Lanzo.

come disposizione generale i locomotori dei due impianti sono sostanzialmente uguali, per semplicità mi limiterò perciò a descrivere il locomotore della Lanzo, salvo a porre in evidenza le differenze più caratteristiche che si riscontrano nell'apparecchiatura della Perosa.

Come si è già detto il sistema di regolazione è quello serie-parallelo con resistenze di avviamento e regolazione, che danno 7 posi-

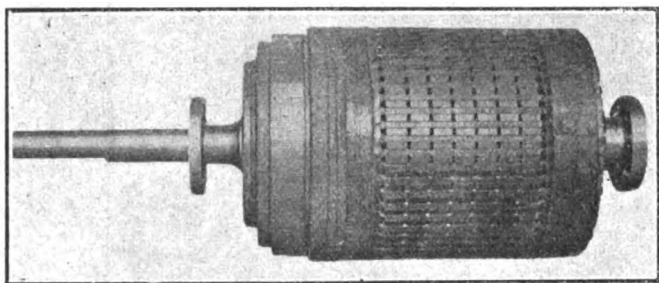



Fig. 13. — Indotto di un motore 3600/2 Volt, gruppo ausiliare locomotore Torino-Lanzo.

zioni nella serie, 5 nel parallelo e 7 nel freno di corto circuito. Per le varie manovre sono disposti all'interno della cabina ad alta tensione i seguenti apparecchi: interruttore principale automatico (fig. 17) di tipo perfettamente identico a quelli descritti già in centrale, regolabile per scatto fra 180 e 300 ampere-interruttore sul gruppo ausiliario, semplice, con un solo rompi-arco (fig. 18) — controller diviso in due parti distinte: il preparatore o combinatore ed il rompi-arco:

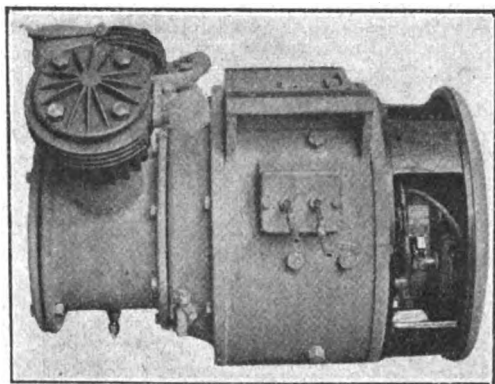



Fig. 14. — Gruppo motore compressore.

il preparatore (fig. 19) è costituito da 3 cilindri ad assi paralleli isolati in bachilite con blocchi metallici, che nella rotazione degli stessi cilindri possono venire portati a contatto di blocchi fissi, con una disposizione cioè affatto analoga a quella dei controller tramviari: il rompi-arco (fig. 20) è costituito da 6 sistemi con archi in alluminio e contatti in rame, bobina soffiante e separatori in bachilite ed eternit, affatto analoghi ai rompi-arco degli interruttori. Tutte le manovre che importino interruzione di circuito, e quindi tutte le variazioni nell'inserzione dei motori sono riportate al rompi-arco, le altre sono fatte dal preparatore, e precisamente il cilindro più grande centrale dà l'inclusione e l'esclusione delle resistenze, il cilindro di inversione di marcia ha 3 posizioni di avanti-blocco-indietro, il terzo cilindro permette di escludere uno qualsiasi dei gruppi di motori in caso di guasti.

Nell'interno della cabina ad alta tensione si nota ancora il commutatore per l'attenuazione del campo (fig. 21) e le relative resistenze; queste sono inserite permanentemente in parallelo sul campo, al quale si collegano anche in un punto intermedio, sul quale si sposta l'entrata della corrente per l'attenuazione.

Le varie manovre, che possono venire fatte indifferentemente dalle due cabine, sono in parte a comando meccanico, ed in parte a comando pneumatico: precisamente sono comandati ad aria compressa il sollevamento e l'abbassamento dei pantografi, la manovra dei

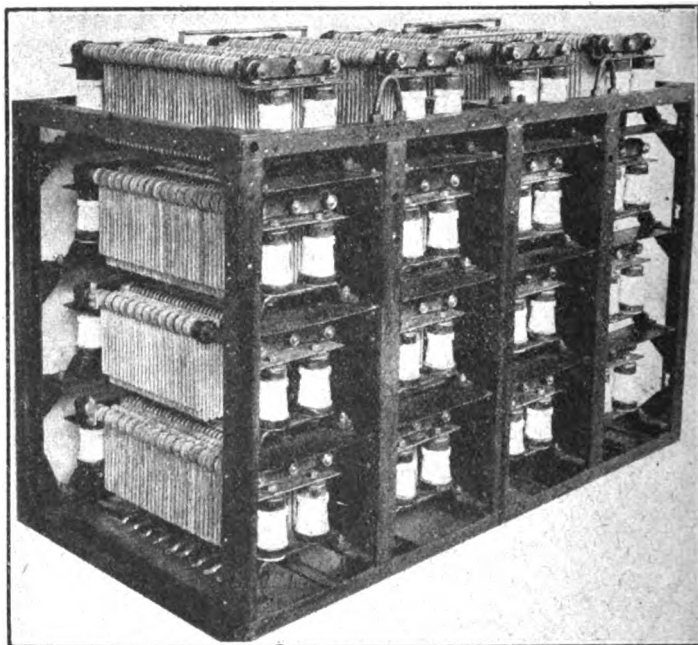



Fig. 15. — Resistenza avviamento locomotore Torino-Lanzo.

due interruttori principali e del gruppo ausiliario, l'attenuazione del campo per l'accelerazione e infine l'azionamento del compressore: tutti gli altri comandi sono ad azione meccanica.

A renderci conto della modalità delle manovre converrà esaminare la disposizione di un tavolo di manovra (fig. 22), che presenta ancora molta analogia con un controller tramviario.

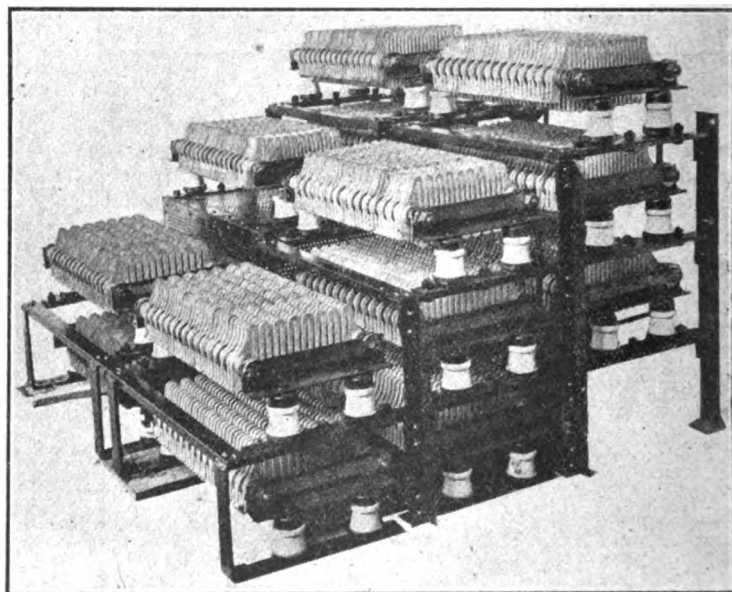



Fig. 16. — Resistenza avviamento locomotore Pinerolo-Perosa.

Una prima maniglia comanda il cilindro di inversione mediante un albero longitudinale che attraversa tutta la vettura; un sistema di blocco impedisce la manovra del controller se questa maniglia sta nella posizione media; e per contro la stessa maniglia non si può rotare se l'indice di marcia non è a zero: è così impedita l'inversione sotto corrente.

Una seconda maniglia comanda il sollevamento dei pantografi, la chiusura dell'interruttore sul gruppo ausiliario e di quello principale.

Vi ha ancora un sistema di blocco fra la manovra di sollevamento dei pantografi e la maniglia della porta della cabina ad alta ten-

sione, cosicchè non si può in questa penetrare se non a pantografi abbassati, e questi non si possono alzare se non a cabina chiusa.

Un volantino, disposto sulla parete verticale del tavolo, comanda per mezzo di un secondo albero longitudinale cavo, coassiale al primo, delle resistenze e la diversa inserzione dei motori: tali manovre si susseguono nello stesso ordine che nei tram, e sono indicate da un indice

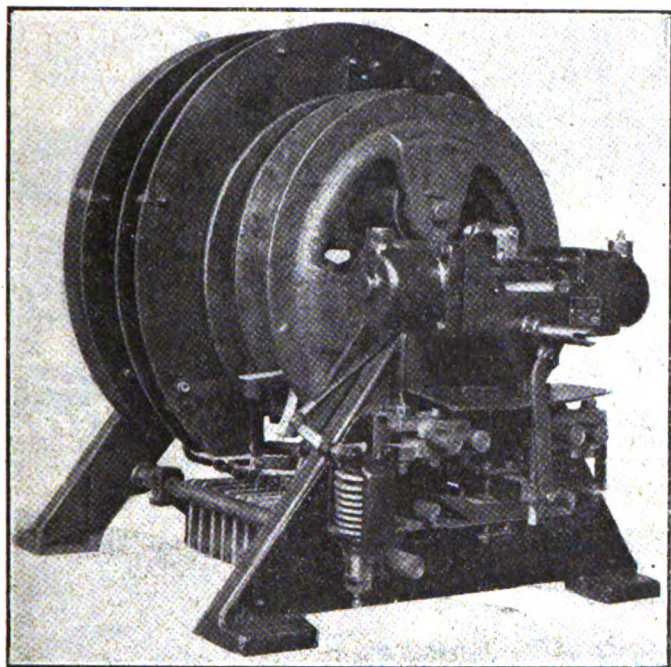



Fig. 17. — Interruttore automatico 4000 Volt per locomotore.

sul tavolo di manovra; per impedire variazioni troppo rapide ogni spostamento richiede la rotazione di un quarto di giro del volante.

Una terza maniglia comanda ad aria compressa l'attenuazione del campo: tale manovra può venire bloccata con una maniglia nella parete posteriore della cabina ad impedirne l'uso quando il locomotore serve per i treni merci.

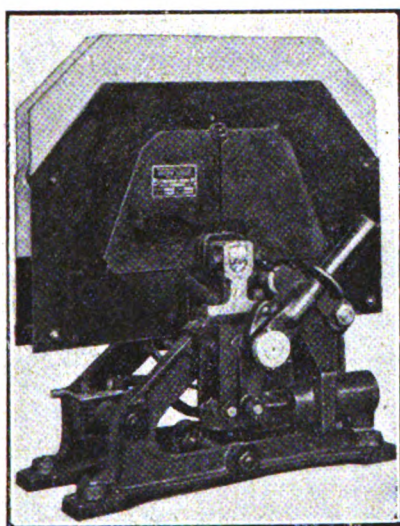



Fig. 18. — Interruttore 4000 Volt per gruppo ausiliare.

Colla rotazione di ritorno del volantino di marcia si viene pure ad escludere senza altre manovre l'attenuazione del campo.

Infine una quarta maniglia dà l'interruzione, il comando diretto ed automatico del motore del compressore; il comando automatico è ottenuto con regolatore ad azione elettro-pneumatica, disposto nella stessa cabina di manovra.

Per prevedere il caso che manchi aria nei serbatoi, e non si riesca ad ottenere una sufficiente pressione colla pompa a mano predisposta in una delle cabine di manovra, l'interruttore del gruppo ausiliario si può chiudere a mano dall'interno della cabina, prima di alzare il pantografo, invece quello principale si manovra ancora a mano ma dall'esterno della cabina.

Il cilindro di esclusione dell'uno e dell'altro gruppo di motori, che si deve azionare solo in caso di guasto ad uno dei gruppi si manovra a mano dall'interno.

La fig. 23 dà la vista prospettica e la fig. 24 la disposizione interna dei comandi dello stesso tavolo di manovra.

Un'idea del modo in cui i vari apparecchi sono disposti nella cabina, è dato dalle due fig. 25 e 26: nella prima si vede in basso

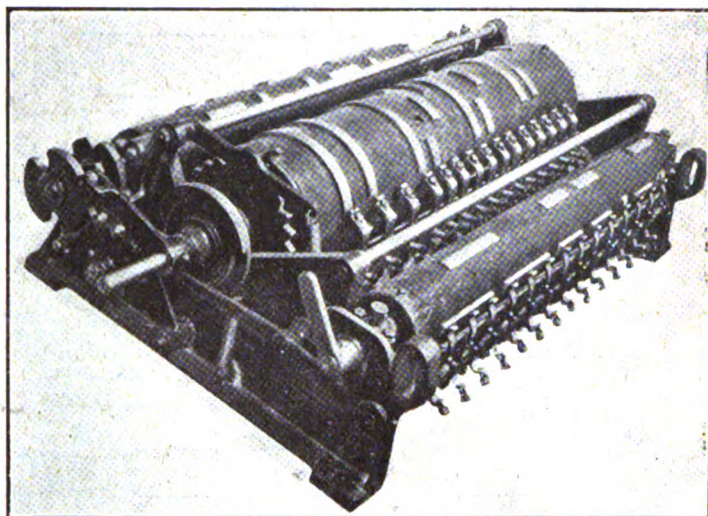



Fig. 19. — Preparatore per controller locomotore Torino-Lanzo.

il rompi-arco ed il preparatore, sopra i ferri che sostengono la cassa delle resistenze d'avviamento, a destra le resistenze di attenuazione

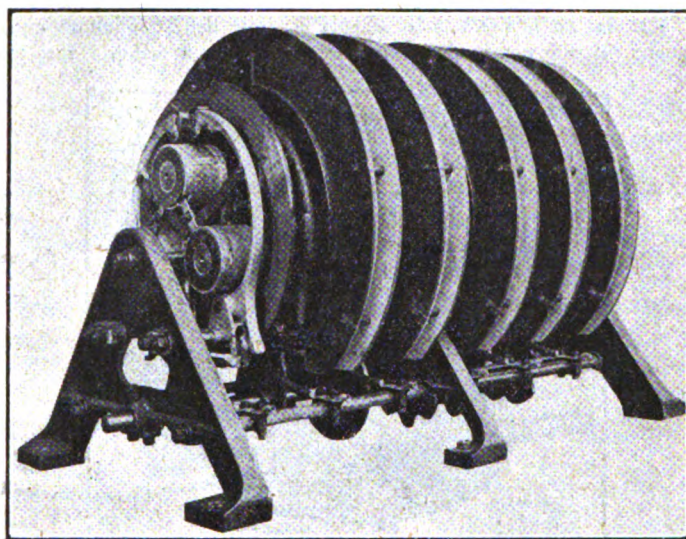



Fig. 20. — Rompi-arco per controller, locomotore Torino-Lanzo.

del campo, ed a sinistra i cilindri di comando del relativo commutatore: nella seconda a destra ancora il rompi-arco ed il preparatore,

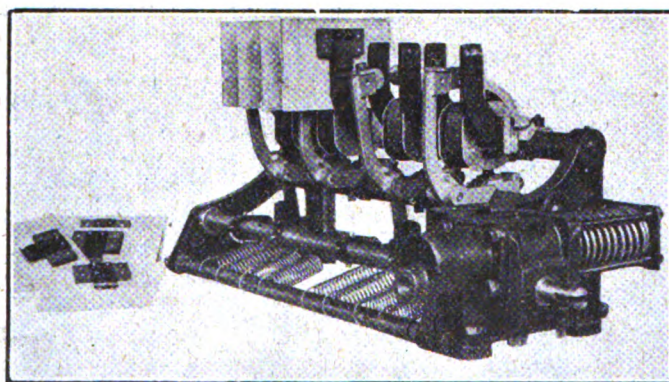



Fig. 21. — Interruttore per indebolimento del campo dei motori nei locomotori Torino-Lanzo.

ed a sinistra l'interruttore principale ed i ferri di sostegno del gruppo dei servizi ausiliari.

Lo schema generale dei circuiti elettrici è dato dalla fig. 27: sul tetto i due pantografi coi coltelli divisori, le bobine induttive e lo

scaricatore a corna e bobina soffiante, ed all'interno la derivazione ai voltometri e lo shunt per gli amperometri posti nelle due cabine di manovra, e la divisione nei due circuiti, all'interruttore principale per i motori, ed a quello secondario per il gruppo dei servizi ausiliari.

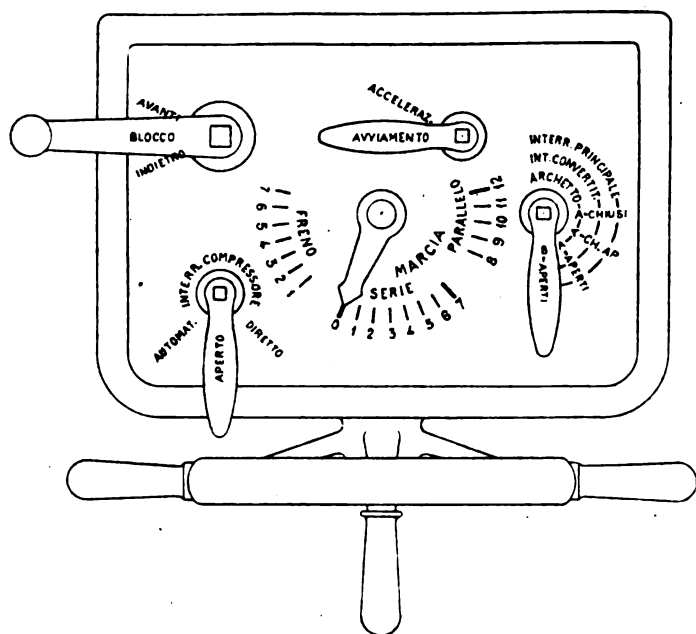



Fig. 22. — Tavolo di manovra

La fig. 28 rappresenta lo schema generale delle condutture pneumatiche: si può notare il compressore, la pompa a mano, i vari ser-

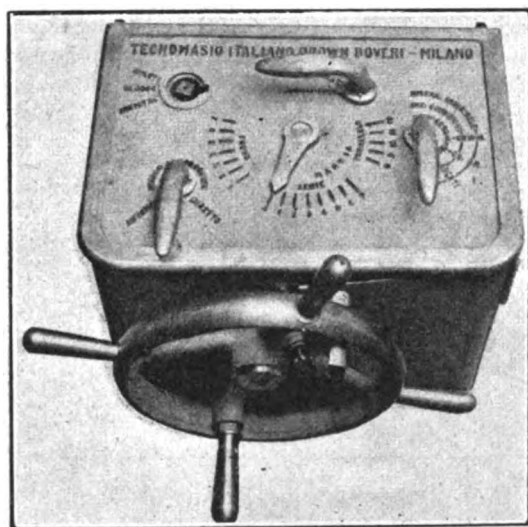



Fig. 23. — Vista prospettiva di un tavolo di manovra.

Fig. 24. — Vista interna di un tavolo di manovra.

Fig. 25. — Vista interna della cabina ad alta tensione, locomotore Torino-Lanzo.

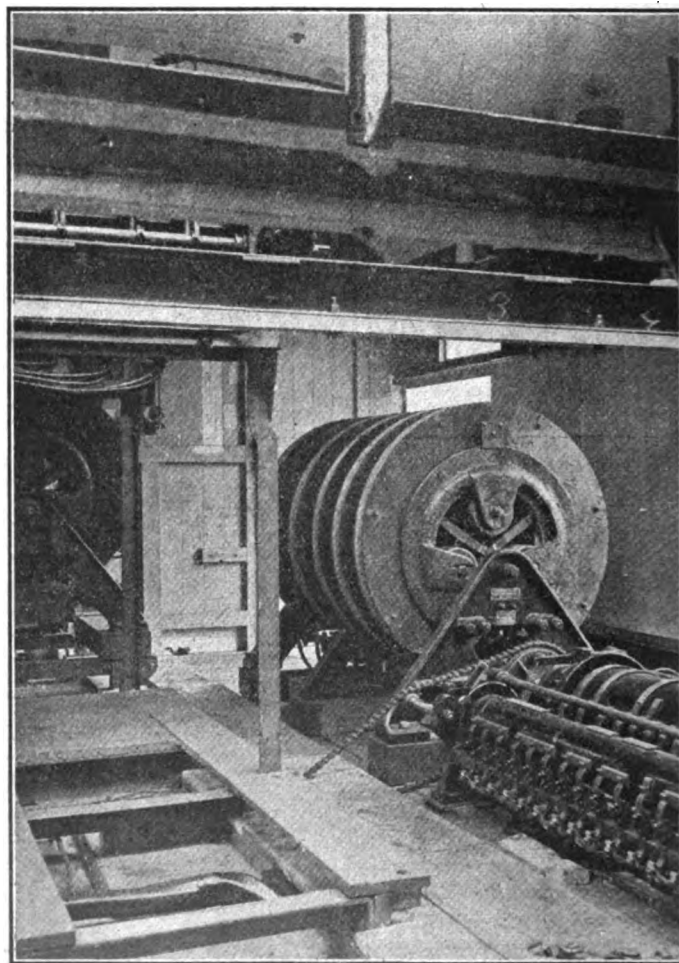



Fig. 26. — Vista interna della cabina ad alta tensione del locomotore Torino-Lanzo.

batoi, i cilindri per i vari comandi, i rubinetti per il freno automatico e moderabile nelle due cabine, i raccordi per i rimorchi.

A completare la descrizione dell'impianto di Lanzo ricorderò ancora che all'illuminazione dei rimorchi si provvede con batteria e

Fig. 27. — Disposizioni schematiche dei circuiti elettrici del locomotore Torino-Lanzo.

dinamo comandata dallo stesso asse della vettura, sistema Brown Boveri, e che il riscaldamento si ottiene con apparecchi ad accumulazione, preventivamente riscaldati con impianto fisso nelle stazioni terminali, e

Fig. 28. — Schema condutture pneumatiche, locomotore Torino-Lanzo.

sussidiati coll'energia disponibile dal gruppo ausiliario, specie nelle fermate.

Per ciò che riguarda l'impianto di Perosa mi limiterò a ricordare che è la stessa la disposizione generale, e che si hanno gli stessi comandi pneumatici, esclusa l'attenuazione del campo, che non vi è applicata: sostanzialmente diverso è invece il controller di marcia (fig. 29), che qui è composto da contatti tutti atti ad interrompere corrente, e costituito quindi da tanti piccoli interruttori ad archi di alluminio, separati da diaframmi in eternit, ed azionati mediante camme da un unico albero di trasmissione (fig. 30), comandato dai tavoli di manovra.

La fig. 31 dà la disposizione degli apparecchi in cabina, in particolare si notano i divisori del controller, l'interruttore principale, ed il gruppo dei servizi ausiliari.

Dopo aver così data un'idea sommaria, ma abbastanza precisa

dei due impianti, penso che non sarà discaro conoscerne i risultati di esercizio.

Sulla tramvia di Perosa, che è già in servizio da oltre due mesi, dalle informazioni assunte risulta che la messa in esercizio avvenne in modo affatto normale senza alcun grave incidente, e che ora il funzionamento è pienamente regolare.

Maggiori informazioni posso comunicare sulla ferrovia di Lanzo. La messa in esercizio si è dovuta fare nelle condizioni le più critiche: crollato il ponte sulla Stura presso Venaria a 7 km da Torino, per fortuna si trovava già a Ciriè il primo locomotore, che venne subito applicato in servizio, sebbene non fossero ancora ultimate le prove preliminari, ed il personale non avesse ancora ricevuta alcuna istruzione, tanto che per alcuni giorni il locomotore dovette venire guidato dallo stesso personale della Ditta costruttrice: sostituito poi al ponte crollato la travata Eifel, man mano che venivano consegnati altri locomotori erano subito posti in servizio per risparmiare l'enorme spesa del carbone per la trazione a vapore. Oggi con quattro soli locomotori — il quinto dovrà venire consegnato in questi giorni — si supplisce a tutto il traffico della linea, cioè ad 8 coppie di treni viaggiatori e 4 coppie merci; in queste condizioni ogni locomotore compie un percorso medio giornaliero di circa 250 km.

Fig. 29. — Controller locomotore Pinerolo-Perosa.

Fig. 30 — Tavoli di manovra e controller, come disposto nel locomotore Pinerolo-Perosa.

I risultati di esercizio di questi 6 mesi si possono riassumere nei seguenti elementi principali mensili, riferiti a lunghezze reali:

	Ottobre	Novembre	Dicembre	Gennaio	Febbraio	Marzo (1)
kWh corr. alternata	43345	32895	79515	123770	1[illegible]3200	165535
kWh corr. continua	6200	19900	47300	88900	91500	123400
Rend. sottostazione %	61.9	60.5	59.5	71.9	74.3	74.5
Tonn. km. totali	569075	421708	1048507	1956451	2097663	2849055
Wh/t.km. corr. cont.	46.1	47.2	45.2	45.5	43.7	43.3

(1) La crisi industriale sviluppatasi con tanta intensità ha ostacolato l'incremento del traffico, che nel maggio fu solo di 2 917 648 Tonn. km. reali, non si è migliorato il consumo di corrente, invece il rendimento della sottostazione ha raggiunto 75,5 %, ove si adattino le formule delle F. S. per il calcolo delle distanze virtuali (maggiori valori si dovrebbero però assumere a tener conto dei frequenti avviamenti per la vicinanza delle stazioni), i risultati del maggio corrispondono ad un traffico di 4 434 410 Tonn. km. virtuali e ad un consumo in corrente continua di 28,5 Wh/tonn. km. virtuale.

Da questi risultati chiaramente appare come col migliorarsi delle condizioni di esercizio e col crescere del carico vada gradatamente crescendo il rendimento della sottostazione, e diminuendo invece il consumo di energia per Tonn/km. Questi risultati io spero siano ancora perfettibili, quando lo svolgimento normale del servizio permetterà di ricercarne le condizioni più economiche, sinora trascurate per portare tutta l'attenzione a garantire la continuità del funzionamento elettrico, perchè di fronte al risparmio del carbone, ogni altra economia risultava insignificante.

Assai più di questi primi risultati, ancora incompleti dell'esercizio, può nei riguardi tecnici presentare interesse, specialmente per le condizioni critiche in cui si dovette avviare il servizio, il conoscere quale sia stato il comportamento dell'impianto, e quali gli inconvenienti in esso verificatisi. Consideriamo perciò separatamente le varie parti dell'impianto.

SOTTOSTAZIONE DI CONVERSIONE. — Ricorderò anzitutto che ha dato buoni risultati la disposizione adottata per l'alimentazione dalle linee della Società A. I.: si ebbero bensì interruzioni, ma poco numerose, alle quali si è sempre rimediato in tempo assai breve; tutto lascia quindi a sperare che si potrà risparmiare la spesa, oggi così rilevante, di una linea apposita di collegamento alla centrale. In riguardo all'alimentazione non è privo di importanza rilevare ancora che, non avendosi batteria nella sottostazione, tutte le oscillazioni di carico, assai notevoli specie all'avviamento dei gruppi, sono sopportate dalla centrale di alimentazione: questa è munita di serbatoio diurno di capacità, e funziona con tutte le generatrici in parallelo: in tali condizioni le oscillazioni non danno sensibili disturbi nè all'esercizio della ferrovia, nè al servizio di distribuzione della linea della Società.

Fig. 31. — Vista interna del locomotore Pinerolo-Perosa.

Il funzionamento di tutto il macchinario della stazione non ha mai dato luogo al minimo inconveniente, in particolare l'avviamento dei motori dei gruppi come asincroni a 250 Volt, avviene bene e senza eccessive correnti: si è poi dimostrato ottimo il sistema di regolazione, malgrado le continue oscillazioni di carico sulla corrente continua, e le ripetute variazioni di frequenza e di tensione sulla corrente alternata.

In merito al comportamento del macchinario della sottostazione importa più specialmente ricordare l'effetto dei corti circuiti che si sono prodotti già abbastanza numerosi nell'impianto appunto per le cause ricordate che non permisero di completare le prove preliminari e richiesero un'affrettata messa in esercizio, sia della linea che dei locomotori. Corti circuiti furono così prodotti da avarie ai pantografi al passaggio sotto gli scambi nei primi giorni quando non era ancora stata ben regolata la linea, da fulminazione di isolatori di linea, o di isolatori del pantografo o ancora di isolatori e portaspazzole dei motori di trazione, dovuti questi ultimi alla cattiva qualità della porcellana e specialmente del litargirio, di cui era formato il mastice di collegamento (così detto materiale di guerra).

Ora in questi corti circuiti, alcuni dei quali prodottisi nell'immediate adiacenze della Centrale, non si sono mai determinati flash-over fra le spazzole ai collettori; nei corti circuiti più potenti si verificarono bensì colpi di fuoco, ma limitati all'arroventamento dei carboni delle spazzole per l'eccesso di corrente, al conseguente consumo di qualche decimo di mm alla superficie d'appoggio dei carboni, ed all'annerimento del collettore, senza ulteriori dannose conseguenze alle dinamo, che hanno sempre ripreso immediato servizio dopo la ripulitura del collettore. L'intensità di questi colpi non presentò differenze sensibili nelle due dinamo in serie, risultando così indipendentemente dalla tensione verso terra.

Quanto agli interruttori dopo gli scatti di corto circuito non hanno mai richiesto alcuna opera di manutenzione, neppure la ripulitura dei contatti.

Ricorderò ancora che il Tecnomasio aveva predisposto per l'applicazione di separatori fra le spazzole, ma poi ha rinunciato a tale dispositivo, dopo visti i risultati di esercizio: ha invece applicato sui porta-spazzole parallelamente e vicino ai carboni dei blocchi in alluminio per il raffreddamento degli stessi carboni.

Linea di contatto. — Salvo qualche inconveniente, già ricordato, negli scambi ai primi giorni di esercizio, subito corretto con una più accurata regolazione, la linea ha funzionato perfettamente, sebbene essa sia stata costrutta colla massima semplicità e con criteri di stretta economia.

Organo di presa. — Nei pantografi si manifestarono solo gli inconvenienti sopracitati, dovuti all'affrettata messa in esercizio dei locomotori prima che la linea fosse stata provata e regolata negli scambi: si ebbe una sola fulminazione di un isolatore supporto. In particolare non si verificarono scintillamenti anormali fra pattino e filo di contatto, sebbene questo presentasse depositi di carbone per il precedente e contemporaneo funzionamento a vapore. Il ricambio dei pattini si fa solo dopo parecchie migliaia di Km di percorso (8000).

Sulla linea i separatori di sezione sono in legno, il passaggio dei locomotori dovrebbe sempre farsi a circuito interrotto, invece, per disattenzione del personale, passaggi già avvennero sotto corrente, ed anzi con un solo pantografo alzato: archi si sono naturalmente prodotti, ma non eccessivi, e nessun minimo inconveniente ne è derivato.

Interruttori automatici sui locomotori. — Il funzionamento fu sempre ottimo come quello degli stessi apparecchi in centrale. In un solo caso si sono arrostite le resistenze di inserzione perchè il personale di macchina non si accórse che si erano fuse le valvole del compressore cosicchè questo non funzionava più e la pressione della condottura pneumatica era scesa così bassa, da non permettere la chiusura completa dell'interruttore mediante il comando pneumatico. Il macchinista invece di manovrare l'interruttore a mano credette di poterlo manovrare mediante il comando pneumatico ma per deficenza chè le resistenze risultarono permanentemente inserite durante la marcia.

Controller. — Anche questo apparecchio corrisponde pienamente al suo scopo; qualche inconveniente — archi fra i contatti —, usura eccessiva degli stessi contatti — si sono verificati nel preparatore, si è però riscontrato che dipendevano da meno perfetto montaggio dopo revisione: lo spegni-arco non richiede speciale manutenzione, ne presenta sensibile usura, sebbene la vicinanza delle stazioni — 17 su 42 Km — ne imponga il funzionamento continuo e frequente.

Motori di trazione. — Non si produssero mai nè colpi di fuoco al collettore, nè perforazione degli isolanti contro massa: si sono già ricordate le fulminazioni degli isolatori dei porta-spazzole: rilevo ancora che si ebbero anche a lamentare alcune bruciature per corto circuito fra spire contigue prodottesi nei tratti esterni ai canali per il collegamento al collettore. Queste bruciature furono causate da deficenze di isolamento prodottesi durante la lavorazione nei primi motori. Quantunque tale deficenza è risultata dovuta a difetto di sufficente preoccupazione nel montaggio, correttasi poi con l'esperienza, la riparazione fu eseguita con un aumento di isolamento di fogli di mica interposti come nelle parti interne delle stesse bobine: in nessun caso però queste bruciature determinarono contatti a massa.

Gruppi ausiliari. — E' questa la parte più delicata del locomotore per la difficoltà di costrurre motori di piccola potenza ad alta tensione: difatti sin dal primo periodo di esercizio si è verificato che nei corti circuiti di linea per lo meno si fondevano le valvole del gruppo, ed in qualche caso si ebbe pure la bruciatura di un indotto. Per ovviare si è pensato di proteggere questi circuiti con opportune impedenze, il rimedio si è mostrato efficace, perchè niun ulteriore inconveniente si è prodotto dopo la loro inserzione.

Dalle revisioni sinora fatte è risultato che i collettori dei motori di trazione sono in condizioni perfette, è minima l'usura, e non si riscontrano corrosioni per archi e scintille; è invece alquanto superiore al normale l'usura dei collettori del gruppo ausiliario.

*

Dopo questa minuta analisi, che quasi direi anatomica e diagnostica dell'impianto e del suo funzionamento, a conclusione, il lettore certo si attenderà da me un giudizio complessivo e riassuntivo: ora i risultati che ho ricordato dell'esercizio e specialmente il fatto che i vari inconvenienti verificatisi durante l'inizio dipesero tutti dall'affrettata messa in marcia senza le volute prove preliminari, da qualche difetto di materiale o da qualche deficenza costruttiva occasionale, ovvero da imperizia del personale, mentre nessuno si può attribuire alle caratteristiche fondamentali del sistema, pare a me che permettano di affermare con una certa sicurezza che il sistema applicato sulla ferrovia di Lanzo dal Tecnomasio rappresenta una soluzione non solo geniale, ma, ciò che più importa, veramente e pienamente corrispondente allo scopo per le ferrovie secondarie, anche di maggior traffico.

Su queste conclusioni ritengo non possano ormai sussistere diversità di giudizio: i dubbi possono insorgere quando da questi risultati si vogliano trarre conseguenze per l'applicazione del sistema alla grande trazione ferroviaria.

Per queste maggiori applicazioni dubbi possono sorgere di natura elettrica e di natura meccanica: ricordiamo solo i due principali.

I locomotori della Lanzo hanno contrattualmente potenza oraria di 485 kW ma effettivamente nelle prove d'officina, confermate dai risultati dell'esercizio, la potenza oraria sviluppata entro i limiti garantiti di temperatura sale a 590 kW. Anche tenendo conto di ciò, si è ancora assai lontani dalle potenze di 2 a 3 mila Cav. richieste dai locomotori delle ferrovie; anche maggiori differenze si potranno riscontrare nelle sottostazioni: ora molte delle difficoltà elettriche che si incontrano per l'applicazione dell'alta tensione continua, e più specialmente l'effetto dei corti circuiti, dipendono dalla maggior potenza del macchinario; quindi il dubbio che il sistema protettivo del Tecnomasio, del quale è ormai accertato l'ottimo risultato nei limiti di potenza della ferrovia di Lanzo, non possa riuscire del pari efficace per potenze notevolmente superiori.

In ordine meccanico la disposizione di sospensione dei motori e la trasmissione del moto, tipo tramviario, adottato nella Lanzo, e così pure l'indipendenza degli assi motori non si potranno estendere ai potenti locomotori ferroviari: ora il disegno richiesto dalle condizioni meccaniche, potrà convenientemente adattarsi a numero e potenza dei motori, che risultino meglio indicati in relazione alla tensione prescelta? Ecco un altro dubbio.

Questi dubbi che possono sorgere corrispondono realmente, sarebbe vano il dissimularlo, a difficoltà che si presentano per la nuova maggior applicazione; nessuna ragione havvi però per ritenere tali difficoltà insuperabili. Io ho sicura fede che i tecnici italiani — ferroviari ed elettrici — che hanno saputo portare a così alto grado di perfezionamento il sistema trifase, sapranno pure affrontare e vincere queste difficoltà. Per me questo è certo che nella grande trazione a corrente continua, solo i più alti potenziali possono permettere di conseguire uno e forse il più notevole dei vantaggi del sistema — l'economia nell'impianto fisso: ove si consideri l'elettrificazione di tutta la regione meridionale e centrale d'Italia ed il risparmio che risulterà dall'adozione di queste maggiori tensioni, ben merita che il problema sia studiato con tutta serietà.

SUL CALCOLO DEI PALI A TRALICCIO

Ing. MARCO SEMENZA

1. — L'Ing. Tognazzi, in una sua lettera pubblicata sul nostro giornale [1] osservava che nel mio ultimo studio avevo assunto come base del calcolo la costanza di K (rapporto fra il momento minimo d'inerzia e il quadrato della sezione di un ferro), mentre invece tale costanza non è che approssimata, e K assume valori alquanto diversi a seconda del ferro che si considera. Secondo questa osservazione quindi, il calcolo di minimo peso basato sull'ipotesi di K costante, non avrebbe alcun valore, in quanto che per ogni valore di K si potrebbe determinare una soluzione di minimo, e fra queste scegliere quella che risulti dare il minor peso di tutte. E' chiaro che un'osservazione di questo genere ha carattere e valore prettamente teorici, poichè le variazioni che si notano nei valori di K corrispondenti ai vari ferri angolari, non hanno tale importanza da influire sensibilmente sui risultati del calcolo, così che in pratica è più che sufficiente servirsi di un valore medio.

D'altra parte l'introdurre inizialmente diversi valori di K non porta seco nessun probabile risultato, poichè non è detto che una volta determinato col metodo di minimo il valore della sezione di un ferro, si trovi fra i ferri normali quello che abbia tale sezione, e si è quindi obbligati ad adottare uno fra quelli la cui sezione più si avvicina al valore risultante dal calcolo.

Inoltre quest'ultima dipende evidentemente dal valore di K assunto inizialmente e non sempre essa corrisponde ad un ferro che ha lo stesso K introdotto inizialmente.

Ne seguirebbe che, ove non si vogliano assumere valori iniziali di K_1 e K_2 medi, occorrerebbe considerare K_1 e K_2 come altre due incognite del problema. E' facile vedere che non è possibile di seguire questa via, e ciò per considerazioni di semplice logica.

2. — Per esprimere il valore di K di un ferro angolare in funzione delle dimensioni del ferro o della sua sezione, si può scrivere, schematizzando la sezione dei ferri:

$$J_{\min} = \lambda\, s\, (l - s)^3$$

$$F = 2\,(l - s)\, s$$

da cui

$$K = \frac{J_{\min}}{F^2} = \frac{\lambda}{4}\left(\frac{l}{s} - 1\right) = \frac{1}{8}\,\frac{F}{s^2}$$

dove $J_{\min}$ è il momento d'inerzia minimo, l è il lato, s lo spessore, F la sezione dell'angolare e λ una costante.

Queste espressioni sono confermate dai valori pratici ricavati per i ferri contenuti nelle tabelle, per i quali si ritrovano valori costanti di K per $\frac{l}{s}$ costante: così che tutti i ferri angolari possono suddividersi in serie a ciascuna delle quali corrisponde un valore di K costante (v. tabelle).

3. — Dalle espressioni di cui sopra si scorge come, a parità delle altre condizioni, convenga disporre di un ferro a piccolo spessore, perchè K risulti il più grande possibile, e quindi anche il momento d'inerzia sia il massimo possibile. In altre parole, essendo il calcolo del palo basato esclusivamente sulla flessopressione, conviene, a parità di peso, e quindi di sezione, disporre di ferri aventi piccolo spessore e grande lato.

Ne segue che, se noi considerassimo K_1 e K_2 come incognite, ciò equivarrebbe a considerare come incognite gli spessori s_1 e s_2 dei montanti e dei tralicci, e risulterebbe dal calcolo che, per avere il minimo peso, s_1 e s_2 dovrebbero essere uguali a zero, minimo valore che essi possano assumere.

E' quindi chiaro che non è possibile ammettere una variazione indefinita dei valori di K, perchè K è bensì una caratteristica insita del tipo di ferro che si presceglie, ma non ammette variazioni continue, perchè è funzione della sezione e delle dimensioni dei ferri che sono quelle dei ferri esistenti in pratica e solo quelle. Ne segue che quando si voglia determinare il minimo assoluto è giocoforza ricorrere ad un metodo di falsa posizione e successiva approssimazione per K_1 e K_2.

L'ing. Fascetti nel suo studio ha appunto adottato un metodo grafico di falsa posizione e successiva approssimazione col quale si pos-

[1] *Elettrotecnica*, pag. 221, n. 10 del 1921.

sono determinare le sezioni dei ferri che più conviene di adottare fra quelle disponibili in un dato caso (*).

Scopo della presente nota è di mostrare come si possa, in base a considerazioni puramente matematiche raggiungere lo stesso scopo in modo più completo, potendosi agevolmente controllare l'effetto che ogni mutamento nei valori assunti inizialmente per K_1 e K_2 porta al peso del palo e ai vari elementi da determinarsi e dimostrare, d'altra parte, come l'assumere per K un valore medio non abbia alcuna influenza sui risultati del calcolo, pur consentendo notevole semplificazione e speditezza nel procedimento.

Col presente metodo di calcolo si ottiene anche il vantaggio di poter subito scorgere quale sia l'influenza di un cambiamento nel tipo di sezione dei ferri adottati, ad es. tubolari invece di angolati, ecc.

4. — Presuppongo nel lettore la conoscenza del mio ultimo studio, ed impiego gli stessi simboli, riferendomi ai numeri delle equazioni in esso contenute.

Se poniamo

$$\psi = \frac{K_2^{1/2}}{K_1^{2/3}} \left(\frac{M}{s}\right)^{1/3} \left(\frac{\eta}{T}\right)^{1/2}$$

Abbiamo dalla 15) che, se il peso del palo è minimo, deve essere:

$$a) \qquad 0{,}3\,\psi = \frac{(2 - 3\,\mathrm{sen}^2\alpha)\,(6 - 7{,}5\,\mathrm{sen}^2\alpha)^{1/3}\,(3 - 7{,}5\,\mathrm{sen}^2\alpha)^{4/3}}{(9 - 15\,\mathrm{sen}^2\alpha)^{5/3}\,\cos^{1/6}\alpha\,\mathrm{sen}^{7/3}\alpha}$$

D'altra parte, sostituendo nella 11) per σ_1 il valore dato dalla 14 a) e per ψ il valore dato dalla 15), e chiamando con Φ un valore proporzionale al peso del palo, avremo che quando il peso è minimo sarà

$$b) \qquad \frac{K_2^{1/2}}{K_1^{1/3}}\,\Phi = 1{,}25\,\frac{(3 - 7{,}5\,\mathrm{sen}^2\alpha)^{2/3}\,(2{,}8 - 3\,\mathrm{sen}^2\alpha)}{(6 - 7{,}5\,\mathrm{sen}^2\alpha)^{1/3}\,(9 - 15\,\mathrm{sen}^2\alpha)^{1/3}\,\cos^{5/6}\alpha\,\mathrm{sen}^{5/3}\alpha}$$

Date queste due equazioni si può facilmente dedurre la curva $\frac{K_2^{1/2}}{K_1^{1/3}}\,\Phi = f(\psi)$ che si può immediatamente usare per controllare l'effetto delle variazioni di K_1 e K_2 sul peso del palo. Ciò perchè Φ è proporzionale a quest'ultimo ed è funzione esclusiva oltre che dei dati del problema $\frac{M}{s}$ e $\frac{\eta}{T}$, di K_1 e K_2.

Il diagramma fig. 1 contiene la curva $\frac{K_2^{1/2}}{K_1^{1/3}}\,\Phi$ in funzione di ψ

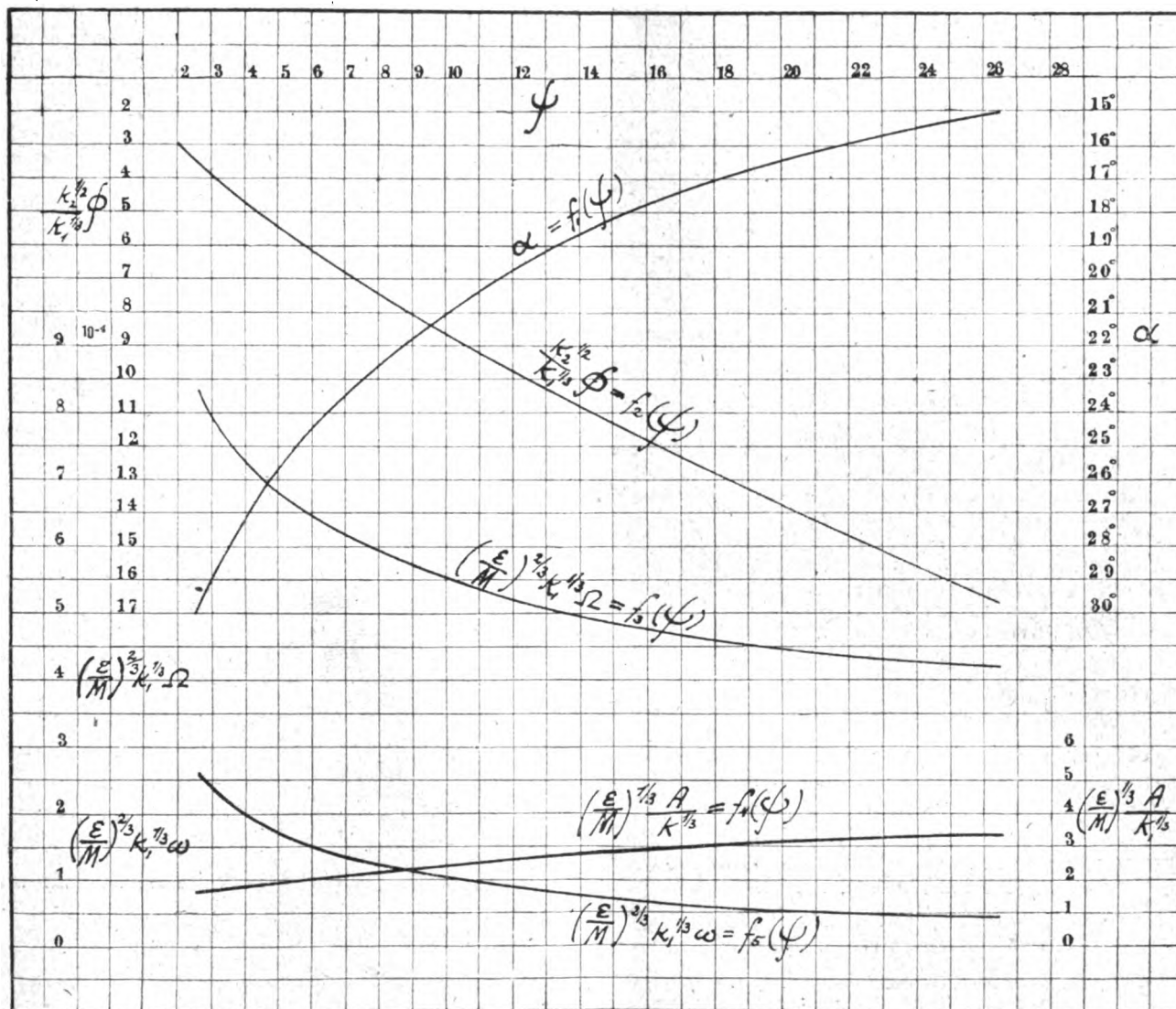



Fig. 1.

ed è completato colle curve, tutte in funzione di ψ, delle seguenti espressioni:

$$\alpha\,; \quad \left(\frac{s}{M}\right)^{2/3} K_1^{1/3}\,\Omega\,; \quad \left(\frac{s}{M}\right)^{2/3} K_1^{1/3}\,\omega\,; \quad \frac{A}{K_1^{1/3}} \left(\frac{s}{M}\right)^{1/3}$$

che servono per determinare i valori delle incognite α, Ω, ω e A una volta fissato il valore di K_1.

La prima di queste curve rappresenta la equazione a), mentre le altre tre rappresentano le equazioni seguenti, facilmente deducibili dalle precedenti e dalla 17)

$$c) \qquad \left(\frac{s}{M}\right)^{2/3} K_1^{1/3}\,\Omega =$$

$$= 0{,}218 . 10^{-3}\,\frac{\mathrm{sen}^{2/3}\alpha\,(9 - 15\,\mathrm{sen}\,\alpha)^{4/3}}{\cos^{2/3}\alpha\,(3 - 7{,}5\,\mathrm{sen}^2\alpha)^{2/3}\,(6 - 7{,}5\,\mathrm{sen}^2\alpha)^{1/3}}$$

(*) A questo proposito sarebbe opportuno conoscere come vennero calcolate le soluzioni chiamate teoriche dall'ing. Fascetti nel suo studio perchè non risulta da esso il procedimento seguito per determinarle. Esse non furono infatti dedotte dalle curve contenute nel mio ultimo articolo, perchè non v'è che parziale concordanza fra i valori citati dall'ing. Fascetti e quelli risultanti dalle mie curve. Potrebbe darsi che questa discordanza risalisse all'aver usato la retta delle F. S. anzichè quella di Tetmajer, ciò che ha molta influenza sui risultati, come vedremo appresso. In ogni modo, a parte qualsiasi considerazione sull'opportunità di servirsi di una formola inesatta come quella delle F. S., (su cui ho già a lungo scritto su queste colonne in altra occasione) sta il fatto che i valori dedotti dalle mie curve non rappresentano la soluzione teorica, poichè per questa occorrerebbe avere piena concordanza fra i valori di K_1 e K_2 introdotti inizialmente e quelli risultanti dal calcolo, mentre la soluzione data dalle mie curve è essenzialmente pratica basandosi su un valore medio di K comune ai montanti e ai tralicci.

d)
$$\left(\frac{\varepsilon}{M}\right)^{2/3} K_1^{1/3}\, \omega =$$
$$= 1{,}685{,}10^{-3}\ \frac{1}{\psi}\ \frac{(3 - 7{,}5\ \text{sen}^2\ \alpha)^{2/3}}{\cos^{5/6}\alpha\ \text{sen}^{2/3}\alpha\ (9 - 15\ \text{sen}^2\ \alpha)^{1/3}\ (6 - 7{,}5\ \text{sen}^2\ \alpha)^{1/3}}$$

e)
$$\frac{A}{K_1^{1/3}}\left(\frac{\varepsilon}{M}\right)^{1/3} =$$
$$= 4{,}47\ \frac{\cos^{2/3}\alpha}{\text{sen}^{2/3}\alpha}\ \frac{(3 - 7{,}5\ \text{sen}^2\ \alpha)^{4/3}}{\text{sen}^{2/3}\alpha\ (9 - 15\ \text{sen}^2\ \alpha)^{1/3}\ (6 - 7{,}5\ \text{sen}^2\ \alpha)^{1/3}}$$

5. — La tabella dei ferri angolari normali è stata completata coi valori di K, $K^{1/2}$, $K^{1/3}$, $K^{2/3}$, $K^{1/3} \times$ sezione, corrispondenti a ogni ferro. E' così reso facile il calcolo delle espressioni dei primi membri delle equazioni soprascritte. Nel caso che si disponga solo di alcuni ferri, questi possono venir segnati preventivamente sulla tabella, così da limitare subito lo studio ad essi.

Tab. I — ANGOLARI A LATI UGUALI - SERIE AD ALA SOTTILE

Profilo	Sezione cmq.	K	$K^{1/2}$	$K^{1/3}$	$K^{2/3}$	$K^{1/3}\times$ Sez.
20 × 20 × 3	1.12	0.120	0.346	0.493	0.243	0.272
25 × 25 × 3	1.42	0.154	0.392	0.536	0.287	0.407
30 × 30 × 4	2.27	0.148	0.409	0.529	0.280	0.636
35 × 35 × 4	2.67	0.174	0.418	0.558	0.311	0.820
40 × 40 × 4	3.08	0.195	0.442	0.580	0.336	1.035
45 × 45 × 5	4.30	0.175	0.419	0.559	0.312	1.342
50 × 50 × 5	4.80	0.198	0.445	0.583	0.340	1.630
55 × 55 × 6	6.31	0.182	0.427	0.566	0.320	2.020
60 × 60 × 6	6.91	0.198	0,445	0.583	0.340	2.350
65 × 65 × 7	8.70	0.183	0.428	0.568	0.323	2.810
70 × 70 × 7	9.40	0.199	0.446	0.584	0.341	3.200
75 × 75 × 8	11.5	0.185	0.430	0.570	0.325	3.740
80 × 80 × 8	12.3	0.195	0.442	0.580	0.336	4.140
90 × 90 × 9	1[illegible].5	0.198	0.445	0.583	0.340	5.260
100 × 100 × 10	19.2	0.199	0.446	0.584	0.341	6.560
110 × 110 × 10	21.2	0 219	0.468	0.602	0.362	7.680
120 × 120 × 11	25.4	0.217	0.466	0.601	0.361	9.17
130 × 130 × 12	30,0	0.216	0.465	0.600	0.360	10.80
140 × 140 × 13	35,0	0.214	0.463	0.598	0.358	12.52
150 × 150 × 14	40.3	0.214	0.463	0.598	0.358	14.40
160 × 160 × 15	46.1	0.213	0.462	0.597	0.356	16.40

Tab. II — ANGOLARI A LATI UGUALI - SERIE AD ALA MEDIA

Profilo	Sezione cmq.	K	$K^{1/2}$	$K^{1/3}$	$K^{2/3}$	$K^{1/3}\times$ Sez.
20 × 20 × 4	1.45	0.090	0.301	0.448	0,201	0.292
25 × 25 × 4	1.85	0.117	0.342	0.489	0.239	0.442
30 × 30 × 6	3.27	0.095	0.315	0.463	0.214	0.700
35 × 35 × 6	3.87	0.118	0.344	0.490	0.240	0.928
40 × 40 × 6	4.48	0.133	0.365	0.510	0.260	1,162
45 × 45 × 7	5.86	0.128	0.358	0,504	0.254	1.490
50 × 50 × 7	6.56	0.139	0.373	0.518	0.268	1.760
55 × 55 × 8	8.23	0.138	0.372	0.517	0.267	2.200
60 × 60 × 8	9.03	0.148	0.385	0.529	0 280	2.520
65 × 65 × 9	10.98	0.143	0.378	0.523	0.273	3.000
70 × 70 × 9	11.9	0.156	0.395	0.538	0.289	3.440
75 × 75 × 10	14.1	0.150	0.388	0.531	0.282	4.000
80 × 80 × 10	15.1	0.158	0.397	0.541	0.293	4.420
90 × 90 × 11	18.7	0.164	0.405	0.547	0.299	5.600
100 × 100 × 12	22.7	0.167	0.409	0.550	0.302	6.860
110 × 110 × 12	25.1	0.184	0.429	0.569	0.324	8.130
120 × 120 × 13	29.7	0.184	0.429	0.569	0.324	9.630
130 × 130 × 14	34.7	0.185	0.430	0.570	0.325	11.280
140 × 140 × 15	40.0	0.187	0.432	0.572	0.327	13.050
150 × 150 × 16	45.7	0.187	0.432	0,572	0.327	14.92
1[illegible]0 × 160 × 17	51.8	0.1[illegible]9	0.435	0.574	0.329	17.00

Tab. III — ANGOLARI A LATI UGUALI - SERIE AD ALA GROSSA

Profilo	Sezione cmq.	K	$K^{1/2}$	$K^{1/3}$	$K^{2/3}$	$K^{1/3}\times$ Sez.
40 × 40 × 8	5.80	0.100	0.316	0.464	0.215	1.57
45 × 45 × 9	7.34	0.100	0.316	0.464	0.215	1.57
50 × 50 × 9	8.24	0.113	0.336	0.4[illegible]3	0.233	1.91
55 × 55 × 10	10.07	0.110	0.332	0.479	0.229	2.31
60 × 60 × 10	11.07	0.119	0.345	0.492	0.242	2.68
65 × 65 × 11	13.17	0.120	0.347	0.493	0.243	3.20
70 × 70 × 11	14.30	0.128	0.358	0.504	0.254	3.64
75 × 75 × 12	16.70	0.125	0.354	0.500	0.250	4.17
80 × 80 × 12	17.90	0.134	0.366	0.512	0.262	4.69
90 × 90 × 13	21.8	0.139	0.373	0.518	0,268	[illegible].84
100 × 100 × 14	26.2	0.143	0.379	0.523	0,273	7.14
110 × 110 × 14	29.0	0.158	0.398	0.541	0.293	8.50
120 × 120 × 1[illegible]	33.9	0.162	0.403	0.545	0.297	10.07
130 × 130 × 16	39.3	0.162	0.403	0.545	0.297	11.65
140 × 140 × 17	45.0	0.165	0.406	0.548	0.300	13.50
150 × 150 × 18	51.0	0.169	0.411	0.553	0.306	15.60
160 × 160 × 19	57.5	0.169	0.411	0.553	0.306	17.60

Praticamente e, in via generale, si comincia coll'assumere per K_1 e K_2 valori esistenti nelle tabelle e presumibilmente corrispondenti alle condizioni del problema. Un po' di pratica permette di fissare subito valori convenienti, tanto più che come guida può utilmente servire un primo calcolo eseguito per $K_1 = K_2 = 0{,}165$, impiegando le curve del mio ultimo studio. A parità di condizioni e per le ragioni dette sopra conviene evidentemente prendere per K_1 e K_2 i valori più elevati possibili, ciò che equivale, quando ciò si possa fare, a scegliere ferri nella serie a ala sottile.

Una volta fissati K_1 e K_2, dalle tabelle si hanno immediatamente $K_1^{2/3}$ e $K_2^{1/2}$ e quindi si calcola il valore di ψ servendosi dell'espressione riportata più sopra.

Dal diagramma si hanno subito in funzione di ψ i valori di:

$$\frac{K_2^{1/2}}{K_1^{2/3}}\Phi\ ;\quad \alpha\ ;\quad \left(\frac{\varepsilon}{M}\right)^{2/3} K_1^{1/3}\Omega\ ;\quad \left(\frac{\varepsilon}{M}\right)^{2/3} K_1^{1/3}\omega\ ;\quad \frac{A}{K_1^{1/3}}\left(\frac{\varepsilon}{M}\right)^{1/3}$$

e quindi quelli di Φ, Ω ω e A.

Dalle tabelle si scorge subito se ai valori di Ω e ω così trovati, corrispondono i valori di K_1 e K_2 assunti inizialmente, altrimenti si ripete il calcolo con un'altra coppia di valori, e ciò finchè si ottenga buona corrispondenza fra i valori introdotti e quelli determinati col calcolo.

Ad ogni coppia di valori di K_1 e K_2 corrisponde un valore di Φ e quindi è possibile di vedere l'influenza dei vari valori sul peso e scegliere immediatamente quale è il minimo assoluto fra le soluzioni possibili.

Il metodo di calcolo qui esposto è di grande generalità potendosi evidentemente impiegare per qualunque tipo di ferro si intenda di adottare, ad es. sezioni tubolari, a I, ad ⊏, ecc.

6. — Ad esempio calcoliamo uno dei pali proposti dall'ing. Fascetti nel suo studio.

Sia dunque alla base $M = 1{,}6 \,.\, 10^6$ kg. cm, $T = 1500$ kg., $\eta = 3$. Avremo

$$\frac{M}{\varepsilon} = 0{,}8{,}10^6\ ;\quad \left(\frac{M}{\varepsilon}\right)^{1/3} = 92{,}8\ ;\quad \left(\frac{M}{\varepsilon}\right)^{2/3} = 8611$$

$$\frac{T}{\eta} = 500\ ;\quad \left(\frac{\eta}{T}\right)^{1/2} = 0{,}045\ .$$

I. *Prova.* — Cominciamo coll'assumere $K_1 = K_2 = 0{,}165$; potremo allora servirci della tavola di curve del mio ultimo studio, dalla quale avremo:

$$\alpha = 25^0\ 10'$$
$$\omega = 2{,}10\ \text{cm}^2$$
$$A = 92\ \text{cm}$$
$$\Omega = 11\ \text{cm}$$

ed anche $\psi = 5{,}62$; $\frac{K_2^{1/2}}{K_1^{1/3}}\Phi = 5{,}90$; $\Phi = 7{,}96$.

Dalle tabelle avremo che, in base a questi risultati, si potrebbero adottare i seguenti ferri:

MONTANTI

	profilo	sezione	K
Serie ad ala sottile	75 × 75 × 8	11,5	0,185
» » » media	65 × 65 × 9	10,98	0,143
» » » grossa	60 × 60 × 10	11,07	0,119

TRALICCI

	profilo	sezione	K
» » » sottile	30 × 30 × 4	2,27	0,148

II. *Prova.* — Poniamo $K_1 = 0{,}185$, $K_2 = 0{,}148$; avremo

$$\psi = 4{,}96\ ;\ \frac{K_2^{1/2}}{K_1^{1/3}}\Phi = 5{,}42\ ;\ \Phi = 8{,}03$$

$$\alpha = 24^0\ 15'$$
$$\Omega = 10{,}30$$
$$\omega = 2{,}60$$
$$A = 99{,}5$$

e quindi si potranno adottare i seguenti ferri:

MONTANTI

	profilo	sezione	K
Serie ad ala media	65 × 65 × 9	10,98	0,143
» » » grossa	55 × 55 × 10	10,07	0,110

TRALICCI

	profilo	sezione	K
» » » sottile	35 × 35 × 4	2,67	0,174

III. *Prova.* — Poniamo $K_1 = 0{,}143$, $K_2 = 0{,}174$; avremo

$$\psi = 6{,}35\ ;\ \frac{K_2^{1/2}}{K_1^{1/3}}\Phi = 6{,}30\ ;\ \Phi = 7{,}93$$

$$\alpha = 24^0$$
$$\Omega = 10{,}45$$
$$\omega = 2{,}30$$
$$A = 102$$

e quindi i ferri definitivi diventano:

Montanti	65 × 65 × 9	$\Omega = 10{,}98$	$K_1 = 0{,}143$
Tralicci	35 × 35 × 4	$\omega = 2{,}67$	$K_2 = 0{,}174$

Si potrebbe per questi ultimi adottare anche il 30 × 30 × 4, con $\omega = 2{,}27$, ma il valore di K_2 sarebbe solo di 0,148, e quindi la stabilità verrebbe sfavorevolmente influenzata, sia per essere K_2 più piccolo, sia per essere la sezione alquanto scarsa.

7. — Da questi risultati si ricava che i ferri previsti per i montanti dall'ing. Fascetti sarebbero insufficienti perchè la sezione dell'angolare 65 × 65 × 7 è = 8.7 cm², e quella del 70 × 70 × 7 è = 9.4 cm², mentre le sezioni risultanti dal nostro calcolo sono tutte superiori ai 10 cm². Ciò è conseguenza dell'essersi servito della retta delle F. S. che concede maggior sollecitazione specifica ai montanti di quel che non avvenga colla retta di Tetmajer che è molto meno inclinata sull'asse delle ascisse [3].

Risulta anche dalle cifre riportate più sopra che l'influenza del mutamento dei ferri non ha nei quattro casi nessuna importanza pratica, perchè l'indice del peso non varia che fra 7,93 e 8,03, cioè dell'1% e praticamente le varie soluzioni si equivalgono perchè occorrerebbe adottare gli stessi ferri per ciascuna di esse, tanto pei montanti che per tralicci, e le differenze nei valori di A e di α non sono tali da poter sensibilmente variare il peso fra una soluzione e l'altra. Pur restando nel campo delle soluzioni di minimo peso, maggior variabilità nel peso dei montanti e di conseguenza nell'ampiezza della base si può avere adottando la retta delle F. S. ma non si può non riconoscere che questa è una soluzione puramente arbitraria e non giustificata, poichè, come risulta del resto dalle dichiarazioni delle F. S. stesse [4], la sola retta determinata sperimentalmente è quella di Tetmajer, che è quindi la sola che corrisponda esattamente al fenomeno della flessopressione.

Infine occorre sempre tener presente che in calcoli di questo genere non si può pretendere una esattezza maggiore di quella insita nello spirito e nel carattere del calcolo; le variazioni di ± 10% nelle sezioni e nei pesi corrispondono alla massima precisione che si può richiedere a un genere di calcolo come quello che ci interessa: pretendere di spingere più oltre la ricerca è perfettamente inutile.

Entro tali limiti lo scegliere un ferro piuttosto che l'altro può farsi senza preoccupazioni e senza necessità di procedere a nuovi calcoli.

Dalla prima prova riportata più sopra, si ricava anche che, pure ammettendo $K_1 = K_2 = 0{,}165$ si ha già una soluzione più che sufficientemente approssimata per la pratica. Tale constatazione, verificata ormai per un grande numero di casi, giustifica l'abbandono di ogni forma più complessa di calcolo che non l'uso della tabella di curve del mio ultimo studio.

Ciò anche perchè, nei limiti di approssimazione sopra indicati, entro i quali, dal punto di vista economico, ogni soluzione può essere conveniente, i ferri adottabili e disponibili in pratica non sono generalmente che una piccola parte di quelli elencati nelle tabelle e quindi la scelta viene ad essere limitata fra pochissime soluzioni per ogni caso.

8. — In conclusione il sistema di calcolo quì descritto dà la possibilità di scegliere fra le soluzioni teoricamente possibili quella più conveniente ancorchè risulti chiaramente dall'esempio riportato e da molti altri esaminati, che usando della retta di Tetmajer, le variazioni nel peso del palo in seguito a variazioni nel valore di K, hanno scarsa importanza e che quindi conviene per semplicità e rapidità di calcolo servirsi di un valore medio di K uguale per i montanti e per i tralicci. Tutt'al più un calcolo più accurato, sia grafico come quello proposto dall'ing. Fascetti, sia semigrafico come il presente, può essere impiegato per adattare alla soluzione di minimo trovata col valore medio di K, i ferri disponibili in pratica in un dato caso, ciò che però si può fare senza alcun ulteriore calcolo restando nei limiti di ± 10% dei risultati ricavati col metodo semplificato.

In ogni modo però conviene a priori e fin dove è possibile servirsi dei ferri angolari ad ala sottile, e ciò per le ragioni esposte qui sopra.

Infine col metodo di calcolo qui riportato, è possibile di introdurre qualsiasi valore della base o delle sezioni ricavandone in conseguenza il valore del peso del palo; nonchè esaminare l'influenza su questo dell'adozione di sezioni non angolari per i ferri. L'elasticità di impiego ne è quindi grandissima, ciò che può essere utile in molti casi della pratica.

Milano, Giugno 1921.

(3) v. *Elettrotecnica*, pag. 452, 5 settembre 1917.
(4) v. » pag. 505, 5 ottobre 1917.

SUNTI E SOMMARI

COSTRUZIONI.

P. JANET — **Ricerche sulla conducibilità calorifica dei rivestimenti isolanti impiegati nella costruzione dei turbo-alternatori.** (Rev. Gen. de l'Élect., 19 marzo 1921, pag. 393).

L'articolo contiene il resoconto delle esperienze eseguite dall'autore per incarico della Union des Syndacats de l'Électricité e intese a determinare la conduttività calorifica dei manicotti isolanti che rivestono i conduttori entro le cave dei turboalternatori.

L'autore mette in evidenza come, misure eseguite con rivelatori termoelettrici collocati all'esterno della guaina, fra questa e il ferro della armatura, non danno indicazioni esatte sulla temperatura del rame. Occorre tener conto del flusso di calore lungo il conduttore e della conseguente dissipazione alla testata delle matasse. In alcuni casi si è persino riconosciuto che il riscaldamento nei denti dello statore era tale che avveniva un flusso di calore dall'armatura verso il rame.

Misure di conduttività termica eseguite su campioni staccati di isolante non danno ragguagli sufficenti sul modo di comportarsi di rivestimenti isolanti complessi; in essi occorre infatti tener conto del modo con cui vengono sovrapposti i diversi strati e degli straterelli d'aria che possono rimanere fra un isolante e l'altro.

L'autore assume come misura della conduttività termica non il numero di calorie ma il numero di joule che attraversano in un secondo un centimetro quadrato di una lastra di un centimetro di spessore le cui facce opposte siano mantenute alla differenza di temperatura di un grado. La conduttività sarà quindi determinata in Watt-centimetro per grado e per centimetro quadrato.

I provini su cui furono eseguite le esperienze erano costituiti da tubi di rame lunghi cm 110 con diametro esterno di cm 1,5 e diametro interno di cm 1,2. I tubi di rame vennero inviati a Ditte costruttrici per essere avvolti con una guaina isolante in tutto eguale a quella impiegata nelle macchine, su una lunghezza di cm 85. Una coppia termoelettrica era fissata sul rame nel punto di mezzo, e due altre lateralmente alla prima a 15 cm da essa. La forma a tubo fu scelta sia perchè facilitava l'uscita dei fili delle coppie, sia perchè diminuiva le perdite per conduttività nel rame pur permettendo di dare al provino un diametro abbastanza grande perchè gli isolanti vi potessero essere avvolti senza danneggiarsi.

I provini vennero isolati parte per 5000 Volt e parte per 10 000 Volt. La teoria del metodo è esposta dall'autore nel modo che qui riassumiamo.

Sia R la resistenza del tubo in ohm per centimetro di lunghezza, alla temperatura T la quale viene letta mediante la coppia centrale; sia I la corrente in ampere che si fa circolare nel tubo per produrre il riscaldamento. Il numero di Watt che, a regime, deve essere irradiato attraverso l'isolante per ogni unità di lunghezza, è RI^2.

Sia T_1 la temperatura esterna della guaina isolante nel punto corrispondente alla coppia centrale applicata sul rame e che indica T; la temperatura T_1 si legge mediante un'altra coppia applicata esternamente sull'isolante.

Consideriamo nell'interno dello strato isolante due superficie cilindriche isotermiche di raggi r ed $r + dr$ e consideriamo di esse una zona lunga 1 cm nel cui punto di mezzo si trovi la coppia che legge T. Detta K la conduttività termica, sarà

$$-K\frac{dT}{dr} = \frac{RI^2}{2\pi r}$$

dalla quale ricaviamo: $\int_{r_1}^{r_2} dt = \int_{r_1}^{r_2} \frac{-RI^2\,dr}{2\pi r K}$ dove r_1 e r_2 sono i raggi interno ed esterno della guaina isolante. Eseguendo la integrazione, si ricava

$$K = \frac{RI^2}{2\pi(T - T_1)} \log_e \frac{r_2}{r_1} \tag{1}$$

espressione che permette di ricavare K dalla misura di T e T_1 potendosi supporre noti gli altri elementi.

La formula non tiene però conto della dispersione che avviene per conduttività lungo il rame; occorre perciò introdurre un termine di correzione.

Supponiamo costante su tutta la lunghezza la temperatura dello strato esterno dell'isolante, e consideriamo due sezioni rette nel tubo alle distanze x e $x + dx$ dal punto di mezzo, e sia t la temperatura nel punto x valutata ponendo = 0 la temperatura esterna dell'isolante. Detta S la sezione del tubo e K_1 la conduttività termica del rame, è facile ricavare che la differenza del numero di joule che attraversano la sezione x e la $x + dx$, è data da:

$$-K_1 S \frac{d^2 t}{dx^2} dx.$$

Questa differenza deve essere eguale al numero di Watt prodotti $R I^2 d x$ nella porzione $d x$ di tubo, diminuito della quantità che attraversa la guaina isolante nel tratto $d x$. Avremo quindi:

$$- K_1 S \frac{d^2 t}{dx^2} dx = R I^2 dx - \frac{2 \pi K t}{\log_e \frac{r_2}{r_1}} dx .$$

Fatta la posizione $\sqrt{\frac{2 \pi K}{S K_1 \log_e \frac{r_2}{r_1}}} = M$ e $\frac{R I^2}{S K_1} = N$ si arriva alla equazione differenziale:

$$\frac{d^2 t}{dx^2} - M^2 t = - N .$$

Risolvendo e chiamando Δt la differenza di temperatura fra il punto di mezzo del tubo e un punto situato alla distanza x, si ricava:

$$\Delta t = A_1 (\cos h \, . \, Mx - 1) \quad (2)$$

La costante A_1 è facilmente determinabile ponendo $x =$ cm 15 perchè in tal modo Δt è la differenza fra la lettura della coppia termoelettrica di mezzo, e quella di una delle laterali. La formula trovata serve per introdurre il termine di correzione nella espressione di K trovata antecedentemente.

Se consideriamo un tratto Δx del tubo e supponiamo che tutto il calore prodotto passi attraverso l'isolante, sarebbe:

$$K = \frac{R I^2 \Delta x}{2 \pi (T - T_1) \Delta x} \log_e \frac{r_2}{r_1}$$

dove $R I^2 \Delta x$ rappresenta tutto il calore prodotto nel tratto Δx.

Ma parte del calore passa attraverso il rame: attraverso ogni sezione retta limitante l'elemento Δx passa una quantità di calore data dalla espressione:

$$K_1 S \frac{d t}{d x} = K_1 S M A_1 \operatorname{senh} M \frac{\Delta x}{2}$$

e quindi la quantità di calore che attraversa l'isolante non è tutto $R I^2 \Delta x$ ma $R I^2 \Delta x - 2 K_1 S M A_1 \operatorname{senh} M \frac{\Delta x}{2}$ e sostituendo abbiamo:

$$K = \log_e \frac{r_2}{r_1} \left\{ \frac{R I^2 \Delta x}{2 \pi (T - T_1) \Delta x} - \frac{2 A_1 M S K_1 \operatorname{senh} M \frac{\Delta x}{2}}{2 \pi (T - T_1) \Delta x} \right\}$$

e passando al limite per Δx infinitesimo:

$$K = \log_e \frac{r_2}{r_1} \frac{R I^2 - A_1 M^2 K_1 S}{2 \pi (T - T_1)}$$

Per rendere piccolo il termine correttivo, è necessario rendere piccolo S, ed è utile quindi impiegare un conduttore tubolare. Per il calcolo di M che entra nel termine correttivo, occorre calcolare prima un valore approssimato di K trascurando il termine correttivo stesso.

Le esperienze vennero condotte nel modo seguente.

La parte isolata del tubo era contenuta, durante l'esperienza, in una stufa mantenuta a circa 70°: ciò allo scopo di riprodurre le condizioni che si verificano in pratica quando i conduttori sono contenuti entro i canali dell'armatura. Le due estremità del tubo erano chiuse accuratamente con tamponi di amianto che lasciavano passare soltanto i fili delle coppie termoelettriche. Le forze elettromotrici venivano misurate con un potenziometro e un galvanometro sensibile; si poteva così apprezzare un quarto di grado. Si faceva circolare nel rame una corrente di 300 Ampere; la misura cominciava quando le letture delle varie coppie si mantenevano costanti per una mezz'ora; si poteva allora ritenere che si fosse raggiunto il regime. Alla fine di ogni esperienza si determinava la resistenza R del rame alla temperatura raggiunta, che entra nel calcolo di K. La misura si faceva nel tratto di tubo compreso fra le due coppie estreme, utilizzando le coppie stesse e i loro fili per le connessioni con un ponte di Thompson, confrontando con un campione di un diecimillesimo di ohm.

Per il riscaldamento si usava corrente alternata. Tentativi fatti con corrente continua dimostrarono che non si poteva raggiungere uguaglianza di indicazioni fra le due coppie estreme. L'autore attribuisce tale fenomeno ad un effetto Peltier sviluppantesi pel fatto che i cavi adduttori di corrente venivano fissati al rame con morsetti di un metallo altro che il rame.

Esperienze preliminari dimostrarono che l'ipotesi fatta che la temperatura dello strato esterno dell'isolante fosse costante su tutta la lunghezza era praticamente esatta.

L'autore riporta l'esempio numerico del calcolo di una determinazione di K_1 e la tabella riassuntiva delle misure eseguite di 12 provini.

Disgraziatamente l'autore dà l'indicazione del materiale usato per l'isolamento, soltanto per due provini.

Uno di questi era isolato con mica e micafolio e diede un valore $K = 1{,}87 \div 1{,}92 \; 10^{-3}$ Watt-centimetro per centimetro quadrato e per grado di temperatura.

Un provino isolato in miarta diede $K = 1{,}32 \div 1{,}36 \; 10^{-3}$.

Per gli altri provini i valori sono compresi fra un minimo di $K = 1{,}32 \; 10^{-3}$ e un massimo di $K = 3{,}05 \; 10^{-3}$.

Esperienze condotte per determinare se un riscaldamento prolungato a 150° modificava la conduttività calorifica dell'isolante, dimostrarono una leggera diminuzione nella conduttività; in alcuni casi si notò invece un aumento. Così per il primo dei provini su indicati si ottenne, dopo un'ora di riscaldamento a 150° una conduttività $K = 1{,}74 \div 1{,}78 \; 10^{-3}$; invece pel secondo provino, trattato nello stesso modo, la conduttività aumentò a $K = 1{,}42 \div 1{,}43 \; 10^{-3}$.

L'autore dà poi la formula per ricavare la conduttività di una guaina formata da più strati isolanti di diversa qualità. Dato un conduttore di raggio r ricoperto d'uno strato isolante fino al raggio r_1 e di un secondo strato fino al raggio r_2, la conduttività K totale della guaina è data teoricamente dalla formula:

$$K \log_e \frac{r_2}{r} = K_1 \log_e \frac{r_1}{r} + K_2 \log_e \frac{r_2}{r_1}$$

Esperienze condotte per la verifica di tale formula, hanno dato risultati praticamente soddisfacenti.

L'autore si è anche preoccupato di determinare l'errore che può derivare dal fatto di aver considerato costante su tutta la lunghezza la temperatura dello strato esterno dell'isolante. La trattazione teorica dimostra che tale errore è inferiore agli errori di esperienza.

Sugli stessi provini fu sperimentato anche per riconoscere se il riscaldamento a 150° durante un'ora, alterava la rigidità dielettrica delle sostanze isolanti.

A tale scopo si determinava prima di operare il riscaldamento, la tensione di perforazione della guaina isolante. La misura veniva ripetuta dopo il riscaldamento a 150°.

La variazione di rigidità dielettrica riscontrata è praticamente trascurabile. L'autore ricorda a questo proposito le misure del Rayner [1] che su provini analoghi non riscontrò variazioni di rigidità dielettrica dopo un riscaldamento a 135° prolungato per un mese. L'autore mette però in evidenza che nelle macchine, l'azione del riscaldamento si combina con le scosse meccaniche le quali favoriscono assai la rottura degli isolanti e quindi la loro perforazione.

R. S. N.

* *

MISURE: METODI ED ISTRUMENTI.

A. L. ELLIS — **Il contasecondi come istrumento di precisione.** (Journal A. I. E. E., febbraio 1921, pag. 104).

L'autore studia il contasecondi sotto l'aspetto degli errori che possono derivare dalle caratteristiche costruttive dell'istrumento, considerato come apparecchio di precisione per misure di laboratorio.

Mette anzitutto in evidenza come non sempre il maggior costo di un contasecondi sia indizio di apparecchio migliore. Il costo è in relazione al numero di pietre dure che sono impiegate nella costruzione dell'istrumento, mentre nella precisione di esso ha grandissima parte la buona lavorazione.

Il tipo più comune è quello con 7 pietre; altri tipi hanno fino a 15, 17 e 19 pietre.

La lancetta ha un movimento intermittente dovuto al movimento del bilancere e dello scappamento. Basandosi sugli angoli descritti ad ogni scatto dallo scappamento e dal bilancere, l'autore calcola che la lancetta resti ogni volta in movimento per la durata di 0,01 secondi dato che il bilancere ha abitualmente un periodo d'oscillazione di 0,2 secondi ossia una frequenza di 300 colpi al minuto. Segue da ciò che nel prendere una misura di tempo col contasecondi può avvenire che si cominci la misura nell'istante preciso in cui lo scappamento sta per essere liberato dal bilancere: in tal caso la misura sarà troppo corta di 0,2 secondi ossia di un colpo; analogamente la fine della misura può essere tale da essere errata in meno, di un altro colpo; l'errore totale sulla misura può quindi giungere a 0,4 secondi il che corrisponde al 1,3% su una misura di 30 secondi.

Altri errori derivano dal modo come avviene la messa in marcia e l'arresto. Il principio è comune a tutti i tipi: la lancetta è messa in movimento ed è fermata, mettendo in movimento e fermando il bilancere. Per far ritornare a zero le lancette dopo la misura, è disposta una leva di ritorno e due piccoli eccentrici a cuore; questi sono mossi per frizione mediante due piccole molle a C come si vedono sugli eccentrici a cuore di fig. 1. Le molle a C abbracciano a un estremo un pernetto fissato alla estremità dell'eccentrico, e all'altro estremo il perno delle lancette. Queste molle a C introducono un'altra causa d'errore, perchè la loro tensione (che non può essere troppo piccola dovendo produrre il movimento per frizione) induce un attrito volvente sul perno durante il ritorno a zero, col risultato di un momento torcente fra molla e perno quando è raggiunta la posizione di zero. All'inizio della nuova misura detto momento torcente fa compiere alla lancetta un salto in avanti o indietro, secondo che precedentemente il ritorno a zero si era compiuto dalla destra o dalla sinistra. Secondo l'autore, l'errore che così si compie è raramente minore di 0,2 secondi, di solito sta fra 0,4 e 0,6 e può salire fino a 0,8 e più.

Un'altra causa di errore è indicata nel diverso grado di adesione della leva di ritorno alle due facce dell'eccentrico a cuore: all'atto dell'allontanamento della leva di ritorno, all'inizio della messa

[1] *Journal of Institution of Elect. Eng.*, t. XXXIV, pag. 627.

in moto, si viene anche qui a procurre un salto della lancetta in avanti o indietro.

Quest'ultimo errore può essere determinato per un dato istrumento, ripetendo molte volte la messa in moto mentre si tiene fermo

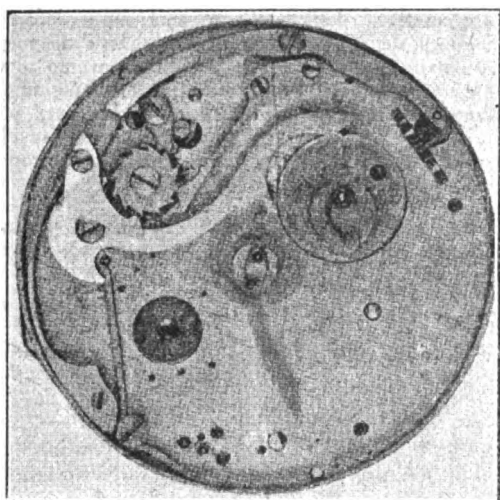



Fig. 1. — JOCKEY CLUB - Sotto il quadrante, tolte le lancette.

il bilancere, e osservando le posizioni assunte dalla lancetta. L'errore dovuto alle molle a C si può determinare ripetendo molte volte la messa in moto, col bilancere libero e facendo ritornare a zero le lancette ora da sinistra, ora da destra.

Un errore considerevole può derivare dal fatto che l'impulso iniziale al bilancere può essere tale da non fargli assumere immediatamente la velocità di regime. Il dispositivo di messa in moto per il tipo di contasecondi fino ad ora considerato è raffigurato in fig. 2: toccando il bottone del contasecondi si abbassa la leva di messa in moto

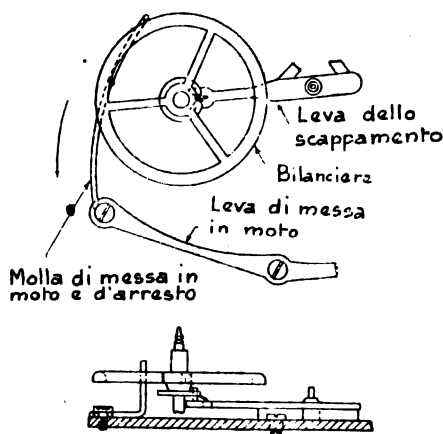



Fig. 2. — JOCHEY CLUB.

con che si fa scorrere la molla di partenza e d'arresto, sul bordo del bilancere che viene così messo in moto. Premendo nuovamente il bottone la leva di messa in moto torna nella posizione di figura e arresta il bilancere. Premendo il bottone per la terza volta, interviene la leva di ritorno che agisce sugli eccentrici a cuore e riporta le lancette allo zero.

La fig. 3 rappresenta il meccanismo di un contasecondi di altro tipo (Jochey Club nuovo modello). Premendo il bottone, si spostano

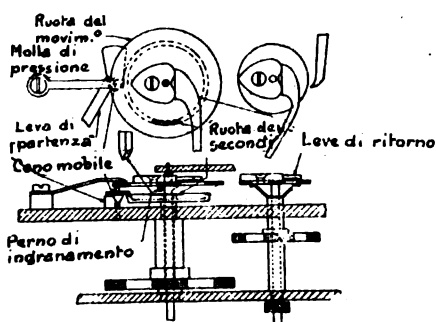



Fig. 3. — Nuovo modello del JOCKEY CLUB.

le leve di ritorno dagli eccentrici a cuore e si allontana la leva di messa in moto dal cono che sostiene la ruota del movimento; il cono può allora abbassarsi e la molla di pressione forza in basso la ruota del movimento finchè il perno d'ingranamento che essa porta, si ingrana colla sottostante ruota dei secondi comunicando così il moto alle lancette. Premendo una seconda volta il bottone, la leva di messa in moto torna al suo posto forzando verso l'alto il cono e quindi la ruota del movimento che perciò si disingrana. Premendo la terza volta intervengono le leve di ritorno cogli eccentrici a cuore. (fig. 3).

Gli errori più importanti di questo tipo di istrumento sono i seguenti. Una prima causa d'errore è dovuta al gioco nei cuscinetti del cono mobili, giochi aggravati dai colpi della leva di messa in moto. Inoltre nel movimento verso l'alto o verso il basso della ruota del movimento, in causa della frizione contro il cono e contro la molla di pressione, si genera anche qui un momento di torsione, che fa compiere un salto alla lancetta in avanti o indietro.

Inoltre, dato il numero di colpi del bilancere e il numero di denti della ruota del movimento, il pernetto di ingranamento, può cadere direttamente in posizione di ingranamento, una volta ogni tre colpi di bilancere. Le oscillazioni del bilancere hanno generalmente una frequenza di 300 per minuto.

La grandezza di questi errori può essere riconosciuta premendo ripetutamente il bottone, mentre la forchetta dello scappamento è tenuta ferma alternativamente nell'una o nell'altra delle sue posizioni estreme.

Un altro sistema di messa in moto e di arresto è quello usato nei contasecondi di tipo New York Standard e rappresentato in figura 4 in posizione di partenza.

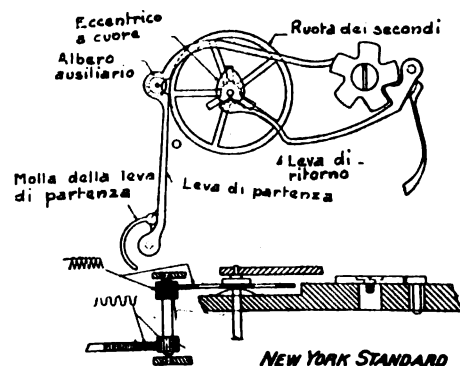



Fig. 4.

Premendo il bottone si allontana la leva di ritorno dall'eccentrico a cuore; immediatamente dopo, un piccolo albero ausiliario che è sempre in moto, viene ad ingranare colla ruota dei secondi comunicandole il movimento. Premendo il bottone una seconda volta, si distacca l'albero ausiliario, e si ferma la ruota dei secondi. Premendo una terza volta interviene la leva di ritorno che, agendo sull'eccentrico a cuore, riconduce allo zero.

Gli errori in questo tipo sono dovuti all'inevitabile gioco nei supporti dell'alberino ausiliario. Essi ammontano a 0,8 secondi e anche più. Un'altra causa d'errore è dovuta al fatto che la ruota dei secondi ha 200 denti mentre l'alberino ausiliario batte 300 colpi. Inoltre la ruota dei secondi, alla partenza ingrana sempre nello stesso punto, e ne viene un logorio dei denti e un movimento irregolare. Anche parecchi tipi Svizzeri sono basati su questo sistema.

La fig. 5 è uno schema del sistema adottato nei contasecondi di marca New England. Le operazioni di messa in moto e di arresto sono come nel tipo precedente. Gli errori più importanti, sono qui dovuti al fatto che le ruote hanno 200 denti mentre il bilancere batte

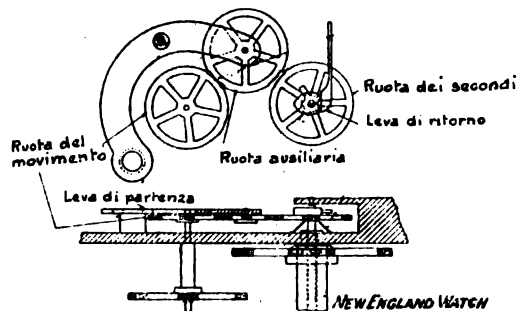



Fig. 5.

300 colpi. Si verifica anche qui il logoramento dei denti della ruota dei secondi, nella posizione di partenza. Inoltre generalmente si verifica uno scatto della lancetta alla partenza, in avanti o indietro secondo la distribuzione delle tre ruote nei diversi tipi costruttivi; tale errore che si somma ai precedenti ammonta spesso fino a 0,4 secondi.

La fig. 6 rappresenta lo schema del tipo Trenton, americano. La figura rappresenta il meccanismo in posizione di movimento. Premendo il bottone si sposta la leva di messa in moto verso sinistra costringendo la rotella ausiliaria a spostarsi pure verso sinistra ab-

bandonando la ruota dei secondi che in tal modo si ferma. Premendo una seconda volta, interviene la leva di ritorno che battendo sull'eccentrico a cuore, riconduce le lancette allo zero. Premendo la terza volta, la leva di ritorno si distacca e la leva di messa in moto lascia libera la rotella ausiliaria che ritorna a ingranare colla ruota dei secondi, comunicandole il moto.

In questo sistema si hanno le seguenti cause di errore. L'ausiliaria alla partenza batte sempre la ruota dei secondi nel medesimo punto producendo un gioco nei supporti. Il contatto della ruota ausiliaria alla partenza, e della leva di fermo, all'arresto, facilmente producono uno scatto nella lancetta.

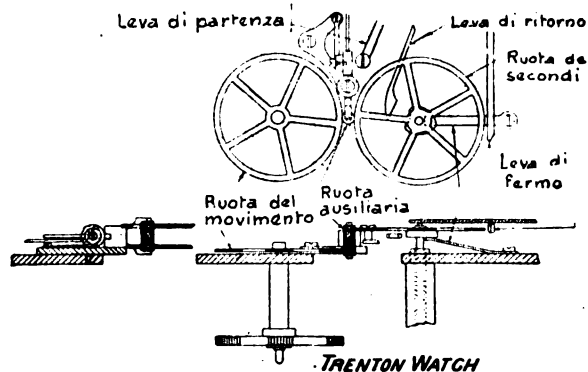



Fig. 6.

La fig. 7, rappresenta il sistema del contasecondi della marca Timing and Repeating, in posizione di arresto. Premendo il bottone, si allontana la leva di ritorno e si distacca la leva di sollevamento, dalla relativa molla; agisce allora la molla di abbassamento che porta la ruota dei secondi a ingranare colla ruota ausiliaria che le comunica il moto. Gli errori sono qui dovuti principalmente al logorio dei denti della ruota dei secondi che, alla partenza, ingrana sempre cogli stessi denti; il sistema di messa in moto e l'azione ineguale delle molle di sollevamento e di abbassamento producono dei momenti torcenti che fanno compiere alla lancetta uno scatto in avanti o indietro. La grandezza di tale errore può giungere a più di 0,4 secondi.

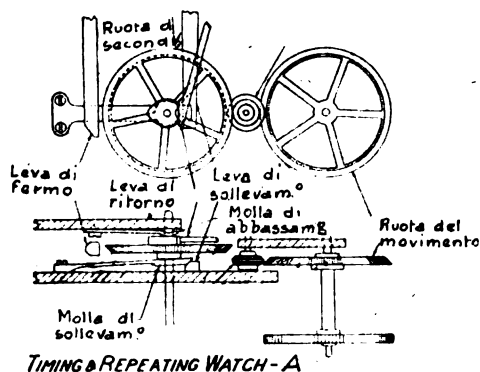



Fig. 7.

Concludendo l'autore fa osservare che, data la grandezza degli errori inerenti al meccanismo stesso, non vi è alcun vantaggio reale nell'impiegare nel montaggio dei contasecondi un numero di pietre dure maggiore del minimo comunemente usato di 7. L'autore fa ancora osservare che molti degli errori di cui si è occupato, non possono seguire le leggi della probabilità essendo dovuti a cause agenti sempre nello stesso senso. La grandezza degli errori è tale che la misura di durata d'un fenomeno deve essere eseguita sempre almeno con due contasecondi simultaneamente e ripetuta più volte con durate diverse, assumendo come valore definitivo la media.

R. S. N.

* *

TRAZIONE.

F. M. BRINCKERHOFF — **La sicurezza dei passeggeri nelle vetture ferroviarie di acciaio** (E. R. J. 26 marzo 1921, pag. 605).

I requisiti principali che la tecnica tende a realizzare nella costruzione delle vetture ferroviarie d'acciaio sono: la massima leggerezza unita alla maggiore sicurezza dei passeggeri.

Dai primi tipi di queste vetture che riproducevano in massima le linee delle vecchie strutture in legno i costruttori sono passati gradualmente ad un tipo più moderno nel quale le varie parti sono meglio studiate e coordinate allo scopo di raggiungere una maggiore solidità pur senza aumentarne sensibilmente il peso. In queste moderne vetture è stata introdotta nell'intelaiatura inferiore una trave longitudinale centrale a sezione costante appoggiata alle estremità sui due carrelli e sostenuta ad intervalli di circa m 1,60 da membrature trasversali fissate alle due travi laterali principali. Con questa disposizione la trave non presenta praticamente freccia d'inflessione ed è quindi in grado di resistere efficacemente alle sollecitazioni di punta provocate dagli urti violenti conseguenti a scontri, deragliamenti o simili.

La struttura della cassa è stata pure rinforzata notevolmente: l'intelaiatura delle pareti laterali è costituita da membrature che formano una trave a traliccio unica dal pavimento al tetto.

Le due estremità sono rinforzate mediante una piastra « anti-telescopica » di lamiera che fascia tutta la cassa per una profondità di m 1.80 circa ed è assicurata mediante robusta chiodatura alle due travi principali della sottostruttura. Sono stati introdotti anche dei ritti particolarmente robusti costituenti l'intelaiatura delle porte di passaggio in testa alla vettura ed essi pure sono resi solidali colle membrature della cassa e della sottostruttura. In questo modo la vettura viene ad assumere l'aspetto di un tubo rettangolare con estremità rinforzate.

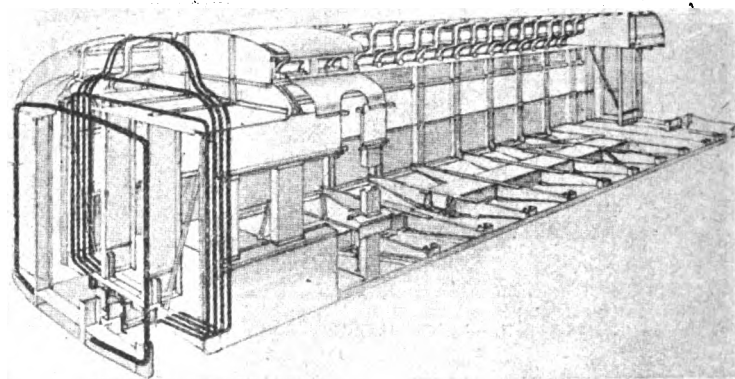



Fig. 1. — Vista prospettica della intelaiatura di una vettura colla indicazione della disposizione dei cavi di acciaio.

La pratica però ha dimostrato che, mentre la sottostruttura resiste bene agli urti violenti accidentali, la soprastruttura si presenta ancora deficiente. Dall'esame delle fotografie di varii disastri ferroviarii appare come di solito il piano inferiore della vettura investitrice scavalchi il pavimento della vettura investita e ne schiacci le pareti per una profondità notevole. Le pareti della vettura investitrice riescono invece meno danneggiate. L'autore attribuisce questo diverso comportamento alle sollecitazioni di tensione che la sottostruttura della vettura investitrice incastrantesi a guisa di cuneo, induce nelle membrature della vettura investita, sollecitazioni alle quali queste non sono atte a resistere, mentre le membrature della vettura investitrice, sollecitate essenzialmente a compressione, si trovano in migliori condizioni di resistenza.

Osserva quindi l'autore che gli effetti di distruzione potrebbero risultare attenuati qualora si riuscisse ad introdurre un organo capace di assorbire le forze d'urto trasformandole parzialmente in energia di movimento della massa del treno.

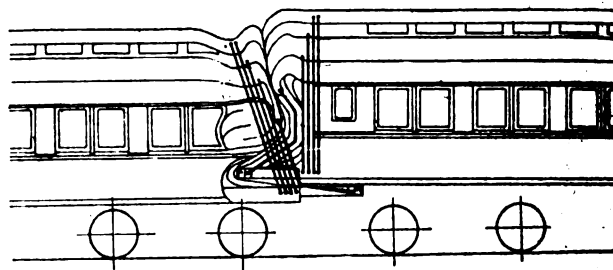



Fig. 2. — Schizzo indicante l'azione protettiva dei cavi in caso di investimento.

Per ottenere questo occorre un mezzo il quale presenti ad un tempo: grande flessibilità per evitare la rescissione, grande elasticità per assorbire gradualmente le violenti sollecitazioni dell'urto e grande resistenza alle sollecitazioni di tensione. Il cavo d'acciaio è il materiale nel quale meglio si conciliano questi diversi requisiti e l'autore propone precisamente di disporre alle estremità della cassa di ciascuna vettura degli anelli in cavo d'acciaio assicurati inferiormente alla trave longitudinale centrale ed infilati attraverso le varie membrature della soprastruttura. Di questi anelli se ne potrebbe disporre una doppia serie: l'una in corrispondenza dei vestiboli, e l'altra alle estremità della cassa. Si verrebbe per tal modo a realizzare in testa a ciascuna vettura una serie di zone resistenti con resistenza crescente dall'esterno all'interno le quali potrebbero assorbire gradualmente le sollecitazioni conseguenti all'urto assicurando l'incolumità della cassa e quindi dei passeggeri.

Gli schizzi riportati qui sotto rappresentano schematicamente la disposizione proposta ed il suo comportamento.

g. a. r.

CRONACA

APPLICAZIONI MECCANICHE.

Laminatoi elettrici. — Le Acciaierie Imperiali presso Tokio hanno ricevuto recentemente il materiale per l'impianto elettrico per blooming da lingotti di 3 a 5 tonn., mosso da un motore reversibile di 2600 kW, a corrente continua a 600 V e 100 giri. Un gruppo motore generatore da 2800 kW, 600 V e 368 giri fornisce l'energia al motore.

e. m. a.

CONGRESSI.

Conferenza internazionale sulle grandi reti di trasmissione dell'energia

Parigi, Ottobre 1921.

La riunione indetta dall'*Union des Syndicats de l'Electricité* (7, rue de Madrid, Parigi) è fissata, a Parigi, per il 20 Ottobre prossimo ed avrà presumibilmente la durata di tre o quattro giorni.

I temi da trattare, proposti fino ad ora dai promotori risultano dal seguente programma. Ogni Nazione che desidera partecipare alla conferenza può proporre altri temi, ma tali proposte devono farsi al più presto.

Dovrebbero inviarsi almeno tre delegati per ogni paese, poichè è previsto che la conferenza si scinda in tre commissioni.

Fra i temi da trattare dai nostri Delegati va compresa una descrizione dettagliata della rete d'intercomunicazione italiana.

Le note o comunicazioni da farsi alla conferenza, dovranno essere comunicate alla Segreteria della stessa con un opportuno margine di tempo prima della data stabilita per la riunione.

PROGRAMMA.

A. — Descrizione delle reti esistenti o progettate: 1) *in funzione;* 2) *in periodo di attuazione* (in costruzione o allo studio); 3) *progettate.*

B. — Produzione: 1) *Marcia in parallelo delle Centrali:*

a) difficoltà incontrate; *b)* influenza delle costanti delle connessioni; *c)* condizioni necessarie; *d)* soluzioni adottate.

2) Influenza del fattore di carico delle centrali termiche nel prezzo di costo del kWh: (indicato qui per memoria; sarà studiato al capitolo F. 3).

3) Caratteristica delle centrali di riserva: c. s.; sarà studiata al capitolo F. 3.

C. — Trasmissioni ad altissima tensione:

1) *Linee aeree:* *a)* scelta degli isolatori; *b)* ripartizione della tensione sugli elementi delle catene; *c)* effetti corona; *d)* determinazione sperimentale delle costanti (selfinduzione, capacità, conduttanza).

2) *Linee sotterranee:* *a)* limite d'impiego dei cavi (polifasi, monofasi).

3) *Caso particolare della corrente continua.*

D. — Sicurezza e protezione:

1) *Regolazione:* *a)* frequenza; *b)* tensione di capo linea; *c)* compensazione della corrente svattata; *d)* cambiamenti bruschi di erogazione.

2) *Coefficienti di sicurezza adottati:* *a)* alternatori; *b)* isolatori; *c)* interruttori; *d)* trasformatori; *e)* cavi.

3) *Sovracorrenti:* *a)* influenza e impiego delle reattanze; *b)* relais.

4) *Sovratensioni:* *a)* atmosferiche (parafulmini, fili di terra, getti d'acqua; induttanze con ferro); *b)* interne (resistenze, condensatori, ecc.); *c)* messa a terra del centro della stella (connessione diretta, dispositivi particolari); *d)* protezione degli isolatori (corna, ecc.).

5) *Sorveglianza:* *a)* controllo circa le buone condizioni della linea; *b)* ricerca e localizzazione delle avarie (isolatori forati, per esempio).

E. — Mezzi di comunicazione: 1) *Linee telefoniche appoggiate ai pali della linea di trasmissione dell'energia;* 2) *Utilizzazione della stessa linea di trasmissione;* 3) *Comunicazione per mezzo di onde dirette;* 4) *Perturbazioni sulle linee telegrafiche e telefoniche.*

F. — Esercizio: 1) *Ripartizione del carico:* *a)* dispatcher (suo ufficio e limite dei suoi poteri); *b)* influenza del fattore di carico delle centrali termiche nel prezzo di costo del kWh; *c)* caratteristica delle centrali di riserva.

ELETTROCHIMICA ED ELETTROMETALLURGIA.

Forni elettrici. — I maggiori forni elettrici da acciaio che oggi esistano, quelli di South Charleston (U. S.), hanno iniziato il loro funzionamento il 2 febbraio scorso. Essi sono del tipo Héroult, da 40 tonn. ognuno, e affinano l'acciaio proveniente da forni basici Martin Siemens da 75 tonn.

e. m. a.

MATERIALI.

Lesioni nelle rotaie. — Un rapporto circa il deragliamento di un treno nell'Ohio, attribuisce l'accidente alla rottura di una rotaia in parecchi punti. Una serie di sottili crepe a forma di croce era visibile sulla superficie superiore del fungo, verso l'interno, e le indagini mostrarono che esse avevano origine termica, cioè la rotaia era, come suol dirsi, « bruciata dalle ruote »; pur mancando la caratteristica ruvida abrasione della superficie. Però col trattamento d'acido cloridrico e l'esame micrografico, si rivelarono gli effetti di quel fenomeno. La rotaia era stata esposta superficialmente ad eccessivi riscaldamenti, che avevano provocato una certa tempera; per effetto di questa si svilupparono alcune crepe nello strato superficiale temperato, che penetrarono parzialmente nel nucleo di metallo normale, così da indebolire la rotaia e produrre la rottura. Il fenomeno della « bruciatura per effetto dell'azione delle ruote » produce profonde variazioni nella struttura dell'acciaio; e le rapide transizioni da una zona all'altra possono intensificare le azioni distruttive.

e. m. a.

NOTIZIE ECONOMICHE, FINANZIARIE, STATISTICHE ecc.

Le centrali agli Stati Uniti. — La potenza totale dei generatori elettrici installati negli S. U. d'America è di 12 565 560 kW, che, secondo i motori primi, possono così classificarsi: turbine a vapore 7 162 575 kW; macchine a vapore alternative 1 309 035; turbine idrauliche 3 952 095; motori a combustione 141 027; motori a gas 33 615; semi-Diesel (fra 75 e 150 kW) 24 155; Diesel 59 440 (specialmente numerosi negli stati ad ovest del Missisippi, dove l'olio costa meno del carbone).

e. m. a.

★

La ripresa industriale tedesca. — Le esportazioni di laminati di ferro e acciaio dalla Germania, nella prima metà del 1920, sono state di 735 446 tonn., mentre che nello stesso periodo del 1914 furono di 3 352 044 e, nel 1919, di 61 800 tonn., Le esportazioni di macchine, sempre nel primo semestre 1920, furono di 158 359 tonn., contro 278 058 nel 1914.

e. m. a.

RADIOTELEGRAFIA E RADIOTELEFONIA.

La stazione r. t. centrale di Parigi. — La stampa politica e la stampa tecnica hanno abbondantemente riferito, che il 9 gennaio 1921 è stata messa la prima pietra della nuova Centrale R. T. di Parigi, destinata secondo quanto affermano i suoi promotori a dare alla Francia un'incontestabile superiorità sulle altre nazioni nel campo della radiotelegrafia, permettendole di comunicare facilmente colle colonie e con qualunque punto della terra. Essa comprenderà: *a)* Una stazione intercontinentale capace di mettere sull'aereo da 200 a 500 kW a seconda della distanza di trasmissione; *b)* Una stazione continentale variabile da uno a cento kW a seconda della distanza; *c)* In primo tempo una, e in secondo tempo due stazioni riceventi, ciascuna delle quali comprenderà 7 gruppi di ricevitori; *d)* Un ufficio centrale al quale farà capo tutta l'organizzazione.

Le due stazioni trasmittenti saranno sistemate in prossimità l'una dell'altra, ma completamente indipendenti. Esse sorgeranno sull'altipiano di Saint-Assise, presso Melun, a circa 40 km da Parigi. Il terreno è in questo luogo pianeggiante, e a piccola profondità si trova l'acqua atta ad assicurare una buona comunicazione col suolo.

Stazione trasmittente intercontinentale. — Sarà controllata direttamente dall'ufficio centrale di Parigi. Conterrà tre alternatori ad alta frequenza, ciascuno capace di dare 500 kW sull'antenna; essi potranno essere usati separatamente, anche per due trasmissioni simultanee, ciascuna di 200 a 500 kW sull'antenna, mentre eventualmente si potranno collegare le 3 macchine su un'unica antenna così che si presume di poter ottenere fino a 1500 kW di emissione. Si conta di poter trasmettere a piena potenza più di 100 parole al minuto, così che, con due trasmissioni simultanee, si dovrebbe raggiungere e superare il numero di 12 000 parole all'ora. L'energia potrà essere presa da un impianto di distribuzione, o, in via ausiliaria, da 3 motori Diesel da 1300 kW l'uno.

L'antenna, pressochè doppia di quella di Bordeaux, sarà sostenuta da 16 torri, alte 250 metri, divisa in due parti simmetriche che copriranno una area di 0,91 km². Nella sua costruzione si conta adoperare 70 km di filo per aereo e circa 16 km di cavo d'acciaio di sostegno. Le 2 metà dell'aereo potranno essere usate per 2 simultanee trasmissioni o per un'unica a tutta potenza. La terra sarà formata di 800 m² di lamine di rame situate al centro della stazione e di 80 km di filo di rame sotto gli aerei, distribuito in modo da ricoprire una superficie di quasi 2 km².

I fabbricati principali della stazione saranno tre: il primo conterrà le macchine ad alta frequenza e i loro accessori, il secondo i motori Diesel, i generatori, le officine e i magazzini, ed il terzo gli uffici.

Stazione trasmittente continentale. — Sarà anche essa controllata dall'ufficio centrale di Parigi e servirà per il traffico regolare entro

il raggio di 3000 km. Conterrà due complessi trasmittenti completi, comprendenti ciascuno due alternatori ad a. f. da 25 kW di potenza oscillatoria sull'antenna. Essi potranno essere adattati per trasmissione unica con potenza da 12 a 100 kW, o per 2 trasmissioni contemporanee da 12 a 50 kW ciascuna. La trasmissione si presume potrà essere effettuata alla velocità di 100 parole al minuto. Come nel precedente impianto, vi sarà una stazione ausiliaria di generatori, comprendente 2 motori Diesel da 120 kW ciascuno.

L'aereo, del tipo a doppio cono, avrà 4 diversi circuiti, appoggiati ad una sola torre alta 250 metri e a 30 aste ausiliarie alte 10 metri. Conterrà 21 km di filo per aereo e 15 km di cavo d'acciaio di sostegno. La terra sarà formata da 200 metri quadrati di piastre di rame e 16 km di filo di rame. I fabbricati già esistenti al Castello di Saint-Assise saranno eventualmente utilizzati per servizi ausiliari e future istallazioni trasmittenti per nuove vie di comunicazione.

Centrali riceventi. — Saranno situate a Villecresnes (22 km S. S. E. di Parigi, a Essonnes (30 km a Sud di Parigi) e Valenton (18 km a S. S. E. di Parigi). La prima centrale ricevente conterrà all'inizio 3 stazioni riceventi per comunicazioni col Nord e Sud America e coll'Asia, due stazioni per il traffico Europeo, e una per esperimenti. Ogni stazione conterrà un doppio impianto di apparecchi ricevitori a registrazione con aereo a telaio; amplificatore ad alta e bassa frequenza, eterodina, sistemazione contro le scariche atmosferiche, con le necessarie batterie e valvole: il tutto racchiuso in cabine con schermo metallico. Conterrà inoltre un apparato fotografico e fonografico per le trasmissioni ad alta velocità. Si presume che la sistemazione sarà abbastanza sensibile e selettiva per poter lavorare a duplex, colle stazioni americane, senza usare antenna esterna. La centrale di ricezione sarà collegata con telefono diretto all'ufficio centrale, e i telegrammi ricevuti saranno spediti al detto ufficio per mezzo di due apparati Baudot quadruplex.

Ogni centrale di ricezione consterà di 6 a 8 fabbricati ad un solo piano, contenenti i telai a quadro, gli apparati riceventi e quelli contro le scariche, e avrà un fabbricato centrale destinato alla ricezione dei telegrammi dai quadri e al loro invio sulle linee telegrafiche. Questo fabbricato sarà distante dai quadri circa 200 metri.

L'ufficio centrale. — Sistemato presso il centro di Parigi conterrà gli apparecchi telegrafici quadruplex per il collegamento colle stazioni riceventi, e gli apparecchi per il controllo a distanza di tutti gli apparati trasmittenti. Si calcola che in pieno lavoro potrà dare circa 2 000 000 di parole nelle 24 ore. Gli apparecchi contro le scariche sono basati su una serie di circuiti filtro accoppiati e sintonizzati formanti una specie di linea artificiale. Questa sistemazione serve anche per dare una grande selettività, così che una stazione ricevente possa operare molto vicina ad una trasmettente purchè ci sia il 2 per 100 di differenza tra le lunghezze d'onda delle 2 stazioni.

L. Bi.

TRAZIONE.

Alcuni dati sulle officine di Deer Lodge della ferrovia Chicago-Milwaukee (E. R. J., 19 marzo 1921 - Pag. 533). — Le officine provvedono alla manutenzione di 32 locomotori per treni merci e 10 per treni passeggeri. Questi ultimi percorrono normalmente tutto il tronco elettrificato, per una lunghezza di oltre 700 km. Talvolta anche i locomotori merci non vengono cambiati lungo tutto il percorso.

Le ispezioni avvengono periodicamente con turni regolari e si è constatato che questa regolarità influisce favorevolmente sulle spese di manutenzione.

Al termine di ogni corsa i locomotori subiscono una ispezione sommaria passata da un operaio specialista con un aiutante, la quale richiede un periodo di tempo variabile da 1 a 2 ore.

Ogni 6 giorni vengono passati all'officina per l'oliatura, operazione che si svolge per 7 od 8 macchine al giorno ed ogni 3 mesi vengono ripassati i supporti.

Dopo 6000 - 7000 km di percorso i locomotori subiscono una ispezione completa alla quale sono addetti: un operaio per i motori ed i pantografi: uno per i relais e due per i controllers, gli interruttori e tutti gli altri apparecchi.

L'usura maggiore si verifica nei bordini delle ruote e nelle pareti laterali dei supporti principali.

Lo stato dei bordini viene determinato a mezzo di apposita sagoma a 4 tacche corrispondenti a 4 profili decrescenti: il numero della tacca che si adatta al profilo del bordino serve ad indicarne le condizioni. Quando il logorio ha raggiunto un certo limite si provvede alla ritornitura dei cerchioni e quando questa non è più possibile la ruota viene scartata.

Per limitare il giuoco laterale degli alberi conseguente al logorio dei supporti, sono stati adottati diaframmi speciali in ghisa rivestiti di bronzo, infilati sull'albero ed appoggiati alla faccia interna del supporto: due risalti verticali che abbracciano esternamente la scatola del supporto servono ad impedire la rotazione del diaframma.

Per i cuscinetti, ha dato ottima prova una lega speciale al nichel che diede una durata di circa 100 000 km.

L'ufficio amministrazione tiene nota partitamente delle spese di mano d'opera e di materiale, distinte nei seguenti capitoli: Pantografi - motori - controllers - impianto di illuminazione - gruppo motore dinamo - apparecchi di riscaldamento - valvole - spazzole dei motori - spazzole varie - cassa dei locomotori - carrelli e ruote - freno ad aria - gruppo compressore - oliatori - sabbiere - ceppi dei freni - ingranaggi riduttori - tachimetri - illuminazione - olio - caldaie - verniciatura - scaricafulmini - grasso per gli ingranaggi - ingranaggi minori - prove - ispezioni.

E' molto curata l'istruzione e la specializzazione del personale ed a ciascuno viene consegnato un libretto di istruzioni e di norme appositamente compilato.

Un regolamento severo è in vigore per prevenire accidenti o infortuni. In esso si richiede essenzialmente che ciascun operaio si occupi solamente di quella parte dell'apparecchiatura della quale è stato espressamente incaricato.

g. a. r.

VARIE.

Utilizzazione di lampade guaste. — In molte centrali americane hanno trovato favore, per la pronta estinzione del fuoco, le bombole di tetracloruro di carbonio. Ora si sono trovate utilizzabili, a questo scopo, le lampade elettriche ad incandescenza fulminate, rimovendone lo zoccolo e riempiendole di liquido estintore.

e. m. a.

:: Note Economiche, Finanziarie e Politiche ::

SULLE NUOVE DOGANE SPAGNOLE

Relazione del Socio corrispondente Ing. GAETANO BARUCCI, da Barcellona.

Fino al 20 Maggio u. s. le dogane spagnole erano sulle stesse basi dell'anno 1911: solamente dall'Agosto 1920 era stato decretato il pagamento in oro delle dogane stesse, dando facoltà di eseguirlo in carta mediante una maggiorazione stabilita mese per mese e riflettente il comportarsi della peseta verso l'oro. Questa maggiorazione ha oscillato da un minimo di 22,42% nel mese di Agosto 1920 ad un massimo di 47,38 nel mese di Dicembre stesso anno, e per il Giugno è stata fissata in 40,59%.

Il lavoro di revisione doganale dura da due anni; sarebbe complicato ripeterne le vicende, è interessante rilevare che si basa su di una nuova classificazione che aumenta molto il numero delle partite e che ha carattere nettamente protezionista.

Non essendosi potuti mettere d'accordo gli elementi politici sulla pubblicazione di queste nuove tariffe radicalmente modificate, il 20 Maggio il Governo ha con iniziativa propria pubblicato un decreto modificante le voci delle dogane del 1911 a cui sono stati applicati coefficienti moltiplicativi variabili da 1.1/2 a 6, essendo la media tra i coefficenti 2 e 3; da intendersi questi coefficenti nel senso che il 2 costituisce un aumento del 100 per 100 sul precedente diritto.

La redazione di questo decreto appare nella Gazzetta Ufficiale che si acclude. Per ciò che si riferisce al materiale elettrico i coefficenti hanno variato da un minimo di 1.1/2 per i cavi minori di 1 c/m., carboni, lampadine, apparati telegrafici e telefonici, ad un massimo di 3% per gli elettrodi per metallurgia e simili, essendo le altre partite raddoppiate.

E' da osservare che questa disposizione per ciò che si riferisce al materiale elettrico non costituisce un aumento di protezione molto notevole, giacchè sono state aumentate anche notevolmente ed in molti casi in maniera maggiore che i prodotti finiti, i dazi delle materie prime. Richiamiamo per esempio l'attenzione sui diritti applicati per pezzi fusi, lamierini, i cotoni, ed il rame.

*

La pubblicazione del decreto di cui sopra ha sollevate molte proteste; fra le altre interessante quella dei costruttori di materiale elettrico i quali non vedevano aumentata la protezione accordata loro come « trasformatori » ed anzi in qualche caso diminuita.

Indicavano poi con un certo fondamento di ragione la concorrenza tedesca che ha nettamente invaso il mercato spagnolo con prezzi bassissimi, forse anche di « Dumping ».

Il 4 Giugno è stato pubblicato un decreto suppletorio di cui uniamo traduzione, il quale, oltre a modificare alcune voci, istituisce una maggiorazione sui dazi per la merce proveniente da paesi a moneta deprezzata. E' specialmente importante quest'ultima decisione per l'Italia, giacchè come potrete vedere, aumenta per molti articoli in modo impressionante la barriera doganale. La redazione del decreto non è molto chiara nello spiegare come va applicato l'aggravio in parola, però l'interpretazione praticamente sicura è la seguente: supponiamo si tratti di materiale elettrico il cui coefficente è 70 e che esso provenga dall'Italia; ammessa la quotazione media del cambio italiano a 40, la sua

differenza alla pari è 60, il percento di maggiorazione sarà dunque 60 × 70 : 100 = 42%.

La stessa merce proveniente dalla Germania la cui moneta vale press'a poco il 10% della pari soffrirebbe un sovraccarico di 70 × 90 : 100 = 63%.

Di modo che la liquidazione per un articolo appartenente al gruppo del materiale elettrico e di provenienza dall'Italia, si farà: importo della seconda colonna moltiplicando per il cambio oro (che oggi è 40,59), moltiplicato per 1,42, e facendo un esempio concreto per i motori fino a 100 kg. che in seconda colonna pagano 1,50 pesetas al kg, si avrebbe 1,50 × 1,4059 × 1,42 = 3 pesetas al kg.

Lo stesso articolo proveniente dalla Germania paga 1,50 per 1,4059 × 1,63 = 3,44.

*

Abbiamo detto più sopra nei vari esempi che un articolo proveniente dall'Italia paga con la seconda colonna, e vale forse la pena di riassumere in poche parole quanto si riferisce alla situazione odierna dei trattati di commercio ed alla differenzazione quindi delle due colonne. Le nazioni che avevano trattato con la Spagna (Svizzera, Olanda e poche altre minori) avevano diritto a pagare con la seconda per tutta la tariffa doganale; quasi tutte le altre nazioni, pur senza avere trattati, avevano dei modus-vivendi pei quali veniva loro concesso il trattamento delle nazioni più favorite e quindi pagavano anche per la seconda colonna. Il 20 Maggio sono scaduti i trattati e quindi le nazioni che li avevano pagano oggi con la prima colonna.

Il 26 Maggio è stato denunziato il modus-vivendi con l'Italia pel 26 corrente e quindi mentre fino a tale epoca tutti gli Stati che hanno il trattamento di nazione favorita pagano con la seconda colonna, dopo il 26 corrente dovranno pagare per la prima.

Questo se nel frattempo non sono stati rinnovati trattati od accordi.

Con decreto 2 corrente fu stabilita una commissione per la riforma dei trattati; non mi consta che l'Italia lavori in proposito, pare invece che l'Inghilterra lo stia facendo attivamente e con ogni energia.

*

Le dogane attuali che più sopra sono prospettate, dovrebbero essere transitorie, ma è mia impressione però che questa transitorietà sarà abbastanza lunga e che quindi i costruttori italiani per un certo tempo dovranno calcolare in quanto sopra esposto.

E' inutile dire come interessi l'efficace intervento del Governo Italiano per favorire l'introduzione in Ispagna di nostro materiale elettrico, che è molto gradito ai consumatori di qui.

DECRETO DEL MINISTERO DELLE FINANZE SPAGNOLO

Ill.mo Signore,

Coerente il R. Governo al Suo proposito di proteggere in ogni occasione le industrie nazionali per quanto sia compatibile con gli altri interessi del paese, protezione che non raggiunge i suoi prudenziali limiti coi diritti stabiliti per determinate partite dalle imposizioni doganali vigenti col R. Decreto del 17 Maggio, e stimando d'altra parte come d'indubitabile convenienza il dare una disposizione di carattere generale che regoli dal punto di vista degli scambi commerciali le oscillazioni alle quali il cambio delle monete estere si trova soggetto attualmente; e considerando finalmente che è imprescindibile rimediare alcune deficenze osservate nella compilazione delle precitate tariffe,

S. M., d'accordo col Consiglio dei Ministri e su proposta di quello di Finanza, ha creduto di disporre:

1) Che si intendano modificati nella forma spiegata a continuazione i diritti delle seguenti partite della dogana, nella prima e nella seconda tariffa, come segue:

Voce		Pesetas			
Voce	104	Pesetas	60	e	30
»	106	»	114	»	57
»	209	»	200	»	100
»	314	»	16	»	0
»	318	»	360	»	180
»	319	»	400	»	200
»	406	»	2	»	0,50
»	595	»	96	»	48 rispettivamente

Dogana d'esportazione - Voce prima: Ptas. 2,50% kg.

2). Dogana d'importazione - Il testo riferentesi alle voci 204 e 205 è modificato nella seguente forma:

Voce 204. — Colori derivati dal carbon fossile e gli altri colori artificiali, in polvere o cristalli (31), al kg. Ptas. 8 e 4.

Voce 205. — Detti, in pasta o liquidi, (31) al kg. Ptas. 4 e 2.

3). Che in concetto di compenso pel danno che il deprezzamento di divise estere possa causare alla nostra produzione, si stabilisce un aggravio sui diritti doganali. Questo aggravio si graduerà mediante coefficenti fissi per classi e gruppi di tariffa, coefficenti che, attuati sulle differenze fra 100 e la quotazione media ufficiale delle monete estere di cui si tratti, determineranno il tanto per cento di aumento, sull'importo dei diritti liquidati.

Questi coefficenti saranno: per le classi e gruppi non specificati in modo speciale, il 10%; pei gruppi 2° delle classi 7ª, 8ª, 9ª e 10ª e pel 7° della 12ª, del 18%; pel gruppo 2 della classe 6 e pel 6 della 8, il 25%; pei gruppi 5 e 6 della prima e pel 3 A ed F della 2, pel 3 della 8 e pel 3 della 10, 32%; pel 3 B della 2, primo della 4, pel 4 e 5 della 8, 5° della 12 e per tutta la classe 13, 40%; pel 3 C, 4 e 5 della prima, per l'1, 2, 3 e 4 della 3, e 3° della 9, 47%; pel 2 della 4, 55%; pel 2 e 3 della 5, 62%; pel 3 D ed E della 2, 3 della 6, 3 della 7 e per tutta la classe 11, il 70%.

4). Nella disposizione quarta ed a continuazione del paragrafo quinto del suo caso terzo, si somma quanto segue:

« Quando questi filati per tessere si presentano avvolti su cartoni, rocchetti o bobine, od in forma di gomitoli, sull'aggravio fissato nel paragrafo precedente, subiranno il 20% ».

Nella disposizione quinta s'estenderà alla filaccia di juta ed altre fibre vegetali in balle, la tara che nella stessa si indica a quella di canapa, lino e « ramio ».

Disposizione ottava. — La quantità di cacao in grani non tostato proveniente da Fernando Pòo, indicata al caso 12, dev'essere di 5000 tonnellate.

Disposizione 12. — Conformemente alla legge 30 Luglio 1918 le somme che per esportazione di prodotti composti con zucchero debbono pagarsi secondo i paragrafi 2, 3, 4 e 5 del caso secondo di detta disposizione, sono 18, 6, 6, ed 8 pesetas rispettivamente, invece delle indicate.

Nota seconda delle disposizioni doganali. — Per la 706, quelli che tengano un peso minore a 10 in ugual dimensione, e per la 705, quelli che pesano da 10 a 20.

Nell'ammissione di moneta pel pagamento dei diritti di importazione, soltanto si terrà presente quello che il R. Decreto dell'11 Agosto 1920, non derogato, dispone.

Gli aumenti che per aggravio e diritti doganali si stabiliscono col presente decreto non si applicheranno alle merci di paesi in convenzione, che con polizza diretta e comprese in visto specificato o nella reversale ferroviaria, siano partite dal paese d'origine direttamente per la Spagna prima del 15 Giugno, data da cui devono cominciare a vigere ed a essere applicati i prescritti di questa disposizione.

Neppure si applicheranno questi aggravi alle merci di qualunque origine che si trovino in sdoganamento nella citata data.

Madrid, 3 giugno 1921.

ARGUELLES
Direttore Generale delle Dogane

:: LIBRI E PUBBLICAZIONI ::

P. VIEILLARD. — *Longueurs d'onde et propagation.* Etude théorique de la T. S. F. extérieure. - Paris 1921 - Gauthier-Villars (1 vol. in 8° di XII-416 pagine con 55 fig.) prezzo Fr. 55.

Ecco un altro libro di teoria della r. t. uscito dal centro di studi che sotto la guida del generale Ferrié ha dato il massimo impulso allo sviluppo della radiotecnica in Francia. Data la crescente vastità degli argomenti connessi con lo studio delle comunicazioni senza fili, non è da stupirsi, che compaiano ormai interi trattati su singole e particolari questioni. Il Vieillard si limita appunto a uno sviluppo delle trattazioni relative alla teoria degli aerei o antenne r. t. e della emissione di energia da parte di esse.

E' noto che le definizioni di autoinduzione e di capacità proprie di un conduttore o di un sistema di conduttori, in cui, come negli aerei r. t., la autoinduzione e la capacità siano distribuite con continuità, riescono difficili e incerte e quindi anche parzialmente arbitrarie (1). La previsione della lunghezza d'onda propria di un aereo non può pertanto esser fatta in maniera rigorosa. L'A. riprende la teoria della propagazione delle perturbazioni elettromagnetiche lungo i conduttori, tratta di alcuni casi particolari dell'equazione dei telefonisti, considera il caso di conduttori non uniformi, ma costituiti da tronchi di differenti caratteristiche, e passa a calcolare i periodi propri di oscillazione (o le lunghezze d'onda) dei vari sistemi presi in esame, tenendo particolare conto delle autoinduzioni e delle capacità concentrate, che si sogliono inserire alla base degli aerei. A malgrado delle semplificazioni introdotte nelle ipotesi, la complessità del problema costringe l'A. ad accontentarsi di soluzioni approssimate, che sono tuttavia dimostrate soddisfacenti da alcuni confronti con risultati sperimentali.

Nella seconda parte del volume l'A. tratta della propagazione delle oscillazioni nello spazio, richiama le equazioni del Maxwell, fa lo studio del campo elettromagnetico prodotto da un elemento

(1) Una notevole chiarificazione di questo argomento è stata apportata da G. Pession (*L'Elettrotecnica*, 5 gennaio 1921, vol. VIII, n. 1, pag. 10 e Pubbl. n. 11 dell'I. E. R. T. della R. Marina).

di corrente, e passa poi alla teoria del campo prodotto a grande distanza dalle antenne verticali, inclinate e a gomito, tenendo conto delle loro proprietà direttive. Questa teoria conduce l'A. a definire per un aereo trasmittente *l'altezza schematica*, che si identifica con l'altezza efficace o altezza di radiazione o altezza del dipolo equivalente, di cui si parla nei moderni lavori sull'argomento. Studiando poi la radiazione, l'A. costruisce la figura delle linee di campo intorno all'aereo trasmittente, tenendo anche conto della forma di quest'ultimo, e calcola le leggi di smorzamento in base alle varie perdite, dando particolare rilievo a quelle nella presa di terra e in tutta la parte del suolo, che è prossima all'aereo. Anche qui l'A. definisce una *resistenza schematica* dell'aereo, che corrisponde alla così detta resistenza totale equivalente, o resistenza efficace. Passando infine alla propagazione delle onde a distanza, l'A. ne studia l'attenuazione per effetto delle perdite nel suolo, ricavando per questo fenomeno una legge esponenziale. Egli si limita tuttavia a non tener conto delle deformazioni, che il campo nell'aria subisce per effetto della resistenza del suolo, della curvatura della terra e della ionizzazione dell'atmosfera.

L'A. dedica ancora tre capitoli l'uno agli aerei per aeronavi, l'altro agli aerei riceventi e il terzo all'influenza elettromagnetica dei piloni di sostegno; e chiude il trattato con un capitolo di conclusioni, in cui fa rilevare fra l'altro, mediante esempi numerici, che la sua teoria può esser messa in accordo con la nota formula dell'Austin per il calcolo della portata delle stazioni r. t., e che essa può fornire almeno in parte gli elementi per il progetto di massima di una stazione r. t.

Nel complesso si tratta, come abbiamo detto, di un libro essenzialmente teorico, costituito in gran parte di dimostrazioni e deduzioni matematiche. Per effetto delle inevitabili limitazioni e semplificazioni introdotte nelle ipotesi, l'utilità di simili lavori per le applicazioni pratiche non può essere nè immediata nè decisiva. Ciò non toglie che lo studio possa riuscirne interessante e proficuo, tanto più se si tien conto dell'ordine e della chiarezza dell'esposizione, dell'aiuto fornito al lettore dai riassunti collocati in fine di ciascun capitolo, e della serietà ed elevatezza di intendimenti e di criteri, che traspariscono da tutta l'opera. La veste tipografica è quella ormai classica e ben nota del grande editore parigino.

Associazione Elettrotecnica Italiana

Eretta in Ente morale il 3 Febbraio 1910

S. E. Corbino

Col più vivo piacere i consoci tutti avranno appreso la notizia della chiamata al potere del nostro illustre Consocio. Il giovane senatore Corbino ha già dato tante prove così manifeste, di saper passare colla più grande facilità e col migliore successo dalle più elevate ricerche nel campo della scienza pura alle più delicate ed ardue funzioni industriali ed amministrative, che non v'è dubbio egli non riesca ad imprimere anche alla vecchia Minerva le chiare impronte della sua personalità. Per il bene del paese auguriamoci che l'infida politica gli consenta di rimanere a lungo al Ministero!

★

Per la prossima riunione in Sicilia.

Sono finora assicurate le seguenti comunicazioni alla riunione che si terrà dal 2 al 9 Ottobre in Sicilia:

Ing. E. Vismara — Attraversamento dello stretto di Messina in galleria - La bonifica della piana di Catania.
Ing. L. Emanueli — Attraversamento con cavi.
Ing. A. Ferrando — Attraversamento con linea aerea.
Ing. A Omodeo — I serbatoi e l'elettrificazione generale della Sicilia.
Ing. B. Tricomi — Applicazioni dell'energia elettrica all'irrigazione.
Ing. A. Acanfora — Applicazioni elettriche nelle miniere di zolfo.

★

Soci corrispondenti all'estero.

In conformità alla proposta del Presidente Generale accolta dal recente Consiglio si è proceduto alla istituzione dei soci corrispondenti esteri.

Il compito di tali corrispondenti ha le seguenti direttive:

a) Egli dovrebbe fornire informazioni, tanto d'indole tecnica, quanto d'indole commerciale e finanziaria, sia in seguito ad apposita domanda rivoltagli dalla Presidenza, sia per iniziativa personale, ove se ne porga l'occasione.

b) Egli dovrebbe rimanere in contatto colle organizzazioni professionali, colle Associazioni elettrotecniche, cogli Istituti tecnici, ed eventualmente con qualche organo commerciale del Paese (Camere di Commercio o simile), presso i quali Enti egli sarà specialmente accreditato dalla Presidenza.

c) Le informazioni tecniche da fornire di iniziativa propria dovrebbero concernere: la legislazione dello Stato e le istruzioni delle organizzazioni professionali, quelle industriali, i progetti di impianti nuovi ed il sorgere di nuove Società, quelle commerciali; la comparsa di nuove specialità tecniche. Inoltre l'indicazione di eventuali concorsi di ogni specie che potessero interessare i membri dell'Associazione ecc.

Abbiamo il piacere di comunicare che hanno finora accettato l'invito i Signori:

Nicolini Ing. Eugenio, Dir. della Soc. d'Electricité de Paris per la Francia.

Barucci Ing. Gaetano, Director Gén. Productos Pirelli S. A. Barcellona per la Spagna.

Martinez Giuseppe, Pirelli General Cable Works Southampton per l'Inghilterra.

Della Riccia Ing. Cav. Angelo, Bruxelles, per il Belgio.

Faccioli Ing. Giuseppe, Ing. Capo delle Off. di Pittsfield della Gen. Electric Co, per gli Stati Uniti.

Sono in corso pratiche per aver adesioni pure nell'Argentina, nel Brasile, ecc.

Portiamo ciò a conoscenza dei Soci perchè ove essi desiderino aver informazioni relative a tali paesi abbiano a chiederle alla Presidenza che si incaricherà del caso.

Man mano che i Soci corrispondenti invieranno notizie di indole generale queste verranno pubblicate sull'Elettrotecnica.

Intanto porgiamo anche qui vivissimi ringraziamenti ai soci che hanno aderito al nostro invito accettando l'incarico.

Con soddisfazione possiamo informare che i Signori Soci corrispondenti hanno iniziato con alacrità i loro lavori, dei principali dei quali terremo informati i Soci.

Il Segretario Generale — Ing. A. Bianchi
Il Presidente Generale — Ing. U. Del Buono

★

Richieste ed offerte di impiego pei soci dell'A. E. I.

L'Associazione mette a disposizione dei Soci una rubrica gratuita di richiesta ed offerta di impiego sulla Elettrotecnica.

L'annuncio non dovrà superare le 3 righe, verrà ripetuto 2 volte e solo ripreso dietro richiesta due mesi dopo.

Gli annunci potranno essere firmati coll'indirizzo; in tal caso chi risponde si rivolgerà direttamente al richiedente; oppure gli annunci termineranno con una sigla; in questo caso il Socio dichiarerà in via riservata il proprio nome all'Ufficio Centrale; a questo Ufficio verranno inviate le risposte ed esso provvederà al recapito.

L'Ufficio Centrale non assume alcuna responsabilità al riguardo e non si occuperà di altre pratiche all'infuori di quanto indicato.

★

La morte del Prof. MOISÈ ASCOLI

Il giorno 5 corrente il Prof. Moisè Ascoli, Membro della Associazione fino dall'origine, già nostro Presidente Generale per il triennio 1903-1905, si toglieva tragicamente la vita con un colpo di rivoltella, sdegnando forse di poter divenire, per la malattia che purtroppo lo minava, inutile peso.

Dinanzi all'improvvisa tragedia, si arresta stupita la nostra pietà reverente: ben conoscendo la serenità e la mitezza d'animo dell'illustre scomparso, la nostra mente spontaneamente rievoca gli esempi classici dello stoicismo antico. In altra occasione, con più adeguata solennità, e sopratutto con maggior tranquillità dell'animo, oggi turbato dall'inaspettata sciagura, saranno ricordati i suoi altissimi meriti di cittadino, di insegnante e di scienziato: oggi, ci riesce appena di esprimere il nostro profondo dolore, e di presentare, commossi, alla Famiglia, e sopratutto alla sua affezionata Consorte, la Signora Lilia Ascoli, recentemente provata da altra gravissima sventura, dalla morte del Padre, Ernesto Nathan, le nostre condoglianze più vive e più affettuose ed augurare che di uomini di così alto intelletto, e sopratutto di così adamantina coscienza, mai difettino le nostre classi dirigenti.

I funerali ebbero luogo a Roma la mattina del 7, solenne e meritata manifestazione di cordoglio: dettero un commosso saluto alla salma il Prof. Ceradini, per la Scuola di Applicazione degli Ingegneri, il Prof. Fano, per la Facoltà di Scienze, l'Avv. Bandini, Pro-Sindaco, per la Città, il nostro Presidente Generale Ing. Del Buono per l'Associazione, e uno Studente per gli Allievi della Scuola: a nome della Famiglia disse alcune parole il Senatore Vivante.

G. R.

TEDESCHI GIOVANNI FU GIOVANNI, *gerente responsabile* — ARTI GRAFICHE VARESINE - VARESE

VOL. VIII (XXV degli Atti) 25 Luglio 1921 N. 21

L'ELETTROTECNICA

GIORNALE ED ATTI DELLA

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

REDAZIONE ED AMMINISTRAZIONE: VIA SAN PAOLO, 10 - MILANO - TELEFONO N. 20-86

REDATTORE CAPO: A. BARBAGELATA - REDATTORI U. BORDONI - M. SEMENZA - G. VALLAURI

È GRADITA LA COLLABORAZIONE DEI LETTORI - GLI ARTICOLI DI INTERESSE GENERALE ACCETTATI DALLA REDAZIONE SONO COMPENSATI

I MANOSCRITTI NON SI RESTITUISCONO

Attività e sviluppo dell'A. E. I.

Può sembrare ozioso il ritornare sulla ormai riconosciuta vitalità del nostro Sodalizio; ma è sempre piacevole di constatarne delle nuove prove. Così oggi, scorrendo i verbali dei due ultimi consigli generali, i consoci potranno ancora apprezzare la multiforme attività che, sotto lo stimolo della Presidenza generale, l'Associazione sta svolgendo, ed apprenderanno di molte iniziative a cui solo in parte ebbimo finora occasione di far cenno. Ma forse ancora più piacevole è la constatazione del continuo incremento del numero dei Soci. Mentre, per la crisi generale che si sviluppa, molti organismi sono già alla fase di stasi se non addirittura di contrazione, le domande di ammissione di nuovi soci continuano ad affluire con ritmo più che regolare. Pubblichiamo più avanti un interessante diagramma che mostra lo sviluppo delle varie Sezioni nell'ultimo decennio. Da esso appare come mentre qualche Sezione va da anni sviluppandosi con una regolarità impressionante, altre hanno avuto in questi ultimi tempi un vero risveglio e la loro curva sale con inattesa rapidità quasi a ricuperare gli anni di stasi. Poche Sezioni appaiono stazionarie (nessuna è in diminuzione!) e poichè l'esperienza ha ormai provato quanto possa sull'incremento dei Soci l'attività dei Presidenti, vogliamo augurarci che ben presto anche per esse si possano segnalare i sintomi di un promettente risveglio.

I Colleghi delle Sezioni Siciliane stanno alacremente lavorando per l'organizzazione del prossimo Congresso e speriamo di poter presto dare su di esso nuove più concrete notizie. Sarebbe veramente bello se nella seduta inaugurale di un Congresso che sarà senza dubbio, per moltissimi riguardi, memorabile, il Presidente potesse anche salutare i quattromila Soci dell'A. E. I.!

Calcoli sulle linee elettriche.

Dopo la relazione riassuntiva della Sezione di Livorno, dopo le letture Fascetti, Melinossi e Revessi, ecco, ad alimentare la discussione, un nuovo studio dell'Ing. CASTELLANI, il quale si limita esplicitamente a un determinato problema analitico, senza voler dar peso decisivo alle ipotesi da lui prescelte. In altri termini in questo studio si fa vedere come, volendo tener conto di certe determinate ipotesi e di esse soltanto, si possa risolvere il problema di massimo tornaconto, giungendo a certi determinati risultati. Ciò non vuol dire che l'Autore sostenga senz'altro essere le sue ipotesi le sole attendibili e quindi anche i suoi risultati i soli razionali. Il problema sembra quindi spostarsi verso quello, probabilmente assai più arduo, ma di gran lunga più importante, di definire quali sono le ipotesi da scegliersi e in quale misura esse debbono mettersi a calcolo nello studio di un grande trasporto di energia. E in questo campo ci sembra che la discussione possa riuscire non puramente accademica, nè del tutto infruttuosa.

La teoria del microfono.

La interpretazione grossolana e qualitativa del funzionamento del microfono è ben nota e si può dire che la si ritrova sostanzialmente tal quale nei modesti libretti di volgarizzazione e in parecchi grossi trattati. Ma quando di un apparecchio, pur così universalmente diffuso, si vuol studiare il funzionamento con più minuta indagine, per risalire a relazioni quantitative, si trovano difficoltà quasi insormontabili, come accade in genere per la teoria di tutti quei circuiti in cui entrano le capricciose e mal definite « resistenze di contatto ». Compaiono perciò di tempo in tempo più o meno ingegnose teorie del microfono, che rappresentano altrettanti tentativi per condurre questo problema a una soluzione utilizzabile. Un nuovo interessante tentativo del genere è fatto dal prof. PIOLA, il quale in una nota che oggi pubblichiamo, espone in forma critica e sviluppa analiticamente due diverse ipotesi sul funzionamento del microfono, corredandole con i risultati di esperienze, eseguite su vari tipi di microfoni e in varie condizioni di eccitazione. A parte il valore intrinseco dei risultati, che hanno permesso al nostro collega di trarre deduzioni, almeno qualitative, in favore piuttosto dell'una che dell'altra delle due ipotesi da lui sviluppate nella parte teorica, ci sembra che questo studio dimostri la vastità del campo di ricerche sperimentali tuttora aperto. Basta pensare alla indeterminatezza e alla empiricità di talune delle condizioni di collaudo che oggi da taluni si dettano riguardo ai microfoni, per sentire il desiderio di una indagine che permetta di fissare in modo concreto le « caratteristiche » di tali apparecchi in relazione con l'uso che se ne vuol fare, non escluse le moderne applicazioni alla radiotelefonia, alla telefonia altisonante ecc. Bisognerebbe in altri termini iniziare sui microfoni una serie di ricerche sistematiche del genere di quelle avviate negli ultimi anni sui telefoni dal Kennelly e dai suoi assistenti. Nè mancano in Italia i laboratori dove questo problema potrebbe essere seriamente affrontato con fondata speranza di risultati interessanti ed utili.

Un nuovo grande impianto di conversione e di collegamento.

Possiamo dare, nella Cronaca, qualche cenno sull'impianto dell'Ozola che è entrato in funzione in questi giorni. Si tratta di un grande impianto, sull'Appennino, con alternatori a due frequenze, 42 e 50, destinato a costituire l'anello di collegamento fra la grande rete lombardo-veneto a 42 e la rete ligure-toscana a 50. Dopo l'impianto Breda in valle d'Aosta, esso costituisce un nuovo, più notevole passo verso quel collegamento generale delle nostre reti da tutti auspicato specie in questi anni di guerra (ci fu anche chi pensò di averlo « inventato »!) ma al quale i nostri industriali avevano da tempo pensato e lavorato precorrendo di gran lunga quello che ora in molti altri Paesi si comincia a prospettare.

Additiamo con piacere la notizia anche per un altro motivo. E' forse la prima volta in tanti anni, che una grande Società pensa a dare direttamente notizia della messa in funzione dei suoi impianti, e noi, che siamo ottimisti impenitenti, vogliamo ancora sperare che l'esempio faccia finalmente scuola e che la Cronaca dell'*Elettrotecnica* possa a poco a poco giustificare veramente il suo nome tenendo informati i lettori del continuo sviluppo degli impianti nel nostro Paese.

LA REDAZIONE.

I Soci vitalizî o perpetui sono i più benemeriti della Associazione. .. ..

L'A. E. I., la quale a sensi del suo Statuto dovrebbe pubblicare i suoi Atti una volta all'anno, è giunta, a poco a poco, a dare gratuitamente ai suoi Soci una ricca rivista trimensile che costituisce ogni anno un grosso volume di circa 800 pagine. — Il notevole successo è dovuto essenzialmente al continuo incremento del numero dei Soci. — Nuovi ed importanti risultati potrebbe conseguire l'A. E. I. in un futuro prossimo, se ogni Socio si facesse centro di propaganda e, fra le sue conoscenze, procurasse almeno un nuovo iscritto all'Associazione.

RICERCHE TEORICHE E SPERIMENTALI SUL MICROFONO

Prof. FRANCESCO PIOLA

Pochi apparecchi hanno avuta una diffusione in tutto il mondo così grande come il microfono e pochi hanno dato luogo a tante ipotesi disparate sul loro funzionamento. Nei quaranta anni di sua vita — per limitarci a considerare quello a carbone nella forma generalmente adottata (per il quale, in verità, non è giustificata la denominazione che era propria solo per l'apparecchio dell'Hughens) molti tentativi furono fatti per rendere ragione del fenomeno fondamentale del quale esso è sede, consistente nella variazione di resistenza elettrica al mutare della pressione esercitata sulla lamina dal mezzo aeriforme col quale essa è in contatto [1].

Si è pensato a piccoli archi voltaici fra i granuli di carbone, a scariche silenziose traverso le pellicole d'aria interposte nei contatti, a variazioni nella resistenza specifica del carbone, all'aria condensata alla superficie di ciascuna particella di carbone e che viene più o meno eliminata al variare della pressione, all'effetto del calore dovuto alla corrente, all'attrazione elettrostatica fra le particelle, a mutamenti nell'area secondo la quale i granuli si toccano. Ma nessuna di queste ipotesi ha avuto il generale consenso, anzi può dirsi che nessuna abbia incontrata la fiducia di coloro che le avevano emesse il che è chiaramente dimostrato dal fatto che, allorquando essi intendono stabilire una teoria matematica del circuito microtelefonico, abbandonano le dette ipotesi e ricorrono [2] ad altra la quale non dà ragione fisicamente del fenomeno microfonico ma si limita ad affermare la legge secondo la quale vien ritenuto che esso si compia. La quale legge, che si presenta a priori molto plausibile, è che la resistenza del microfono varii sinusoidalmente, intorno alla resistenza di riposo del microfono stesso, quando la pressione agente sulla lamina varia sinusoidalmente intorno alla pressione media.

E' legittima questa posizione generalmente accolta e che, per brevità [3], chiameremo *ipotesi sinusoidale?* E' giustificata la sfiducia in tutte le ipotesi fisiche affacciate o ve n'ha qualcuna che trovi, almeno qualitativamente, conferma nella esperienza? Alludiamo a quella che chiameremo *ipotesi elastica* secondo la quale le variazioni di resistenza del microfono sarebbero dovute alle deformazioni elastiche provocate nei granuli di carbone dalle variazioni di pressione che le vibrazioni sonore producono sulla lamina.

Questa ipotesi è una delle più antiche poichè fu proposta da lord Rayleigh [4] lo stesso anno nel quale Hughens annunziava il suo apparecchio. Ma, dopo essere stata ripresa qualche anno più tardi [5] da lord Kelvin (allora sir William Thomson), fu abbandonata senza — per quanto c'è dato sapere — che siano state sottoposte ad esaurienti esperienze — e forse allora non lo potevano essere — le illazioni che da essa scaturivano.

E' stata recentemente ripresa dal Pedersen [6] ma in modo accessorio poichè, in serie colla resistenza presentata dai granuli deformati, immagina che ve ne sia un'altra, di gran lunga preponderante, dovuta al *contatto* fra i granuli stessi e fra questi ed i blocchi terminali formati dalla medesima sostanza [7].

Nel presente lavoro ci proponiamo di ricavare le conseguenze principali che derivano dalle due ipotesi *sinusoidale* ed *elastica* e di confrontare le conseguenze stesse coi risultati sperimentali per vedere in quanto quelle si accordino ed in quanto siano in contrasto con questi. In tal modo ci sarà dato un criterio per giudicare se entrambe le ipotesi siano possibili od entrambe da scartarsi o se sia possibile una soltanto delle due, nella sua forma semplice od opportunamente modificata.

IPOTESI SINUSOIDALE.

L'ipotesi che ordinariamente si pone a base, come sopra s'è accennato, di una trattazione matematica del microfono, ipotesi che si assume dalla diretta intuizione e che intende a dare una rappresentazione del fenomeno piuttosto che risalire alla natura del fenomeno stesso, — consiste in ciò che, sotto lo stimolo di una variazione sinusoidale semplice di pressione del mezzo col quale la membrana è in contatto, varii colla stessa legge la resistenza dell'apparecchio in modo però che ad un aumento di pressione corrisponda una diminuzione di resistenza e viceversa.

In altre parole, supposto che la pressione del mezzo sia espressa dalla funzione del tempo:

$$P = P_0 \, (1 - p \text{ sen } \omega t) \tag{1}$$

si ammette, trascurando lo sfasamento [8] dovuto a ragioni meccaniche, che la resistenza sia data da:

$$r = r_0 \, (1 + q \text{ sen } \omega t)$$

dove P_0 ed r_0 sono rispettivamente la pressione e la resistenza del microfono durante il riposo, p e q sono numeri inferiori alla unità dello stesso ordine di grandezza ed ω la pulsazione $\frac{2\pi}{T}$ della vibrazione di periodo T.

La resistenza totale del circuito, se r_1 è quella esterna, potrà essere messa sotto la forma:

$$R = R_0 \, (1 + Q \text{ sen } \omega t), \tag{2}$$

nella quale s'è posto:

$$R_0 = r_0 + r_1 \, , \qquad Q = \frac{r_0}{r_0 + r_1} \, q \, ,$$

e da essa risulta subito che la resistenza media R_m è uguale a quella R_0 che ha il circuito quando il microfono è in riposo.

Indicata poi con ε la f. e. m. supposta costante attiva nel circuito e con L la autoinduzione, l'intensità I dovrà soddisfare, come è noto, alla equazione differenziale:

$$L \frac{dI}{dt} + R_0 \, (1 + Q \text{ sen } \omega t) \, I = \varepsilon \tag{3}$$

cioè alla legge Ohm generalizzata.

E' facile vedere che l'integrale generale della (3), supposto che si possano trascurare le potenze superiori alla 2ª di Q, (che è minore di q) sarà:

$$I = I_0 \left\{ K + D K_1 \right\} \tag{4}$$

con:

$$K = A + B \cos (\omega t - \varphi) - C \cos 2 \, (\omega t - \psi) \tag{5}$$

dove:

$$\left\{ \begin{array}{ll} A = 1 + \frac{1}{2} \frac{R_0^2}{S_1^2} Q^2 \, , & B = \frac{R_0}{S_1} Q \, , \quad C = \frac{R_0^2}{2 \, S_1 \, S_2} Q^2 \\ S_1^2 = R_0^2 + \omega^2 L^2 \, , & S_2^2 = R_0^2 + 4 \, \omega^2 L^2 \\ \text{sen } \varphi = - \frac{R_0}{S_1} \, , & \text{sen } 2 \, \psi = \frac{3 \, \omega L R_0}{S_1 \, S_2} \\ \cos \varphi = \frac{\omega L}{S_1} \, , & \cos 2 \, \psi = \frac{R_0^2 - 2 \, \omega^2 L^2}{S_1 \, S_2} \end{array} \right. \tag{6}$$

e:

$$K_1 = e^{- \frac{R_0}{\omega L} (\omega t - Q \cos \omega t)} \tag{7}$$

mentre s'è indicata con $I^0 = \frac{\varepsilon}{R_0}$ la corrente traversante il microfono

---

[1] BRUNELLI e LONGO – Trattato di Telefonia, Roma 1906.
LONGO – Manuale di Telefonia, Roma 1914.
SHEPARDSON – Telephone Apparatus, New York, London 1917.

[2] POINCARÈ – Ecl. Electr, 50° pag. 221. 257, 329, 365, 401.
HILL – Phys. Review 1909, 28° pag. 70.
NOEBELS, SCHLUCKEBIER UND JENTSCH – Telegraphie und Telephonie, 1907, 2° pag. 495.
PIERARD – La Téléphonie, Bruxelles, Paris 1912, t. 2°.
SHEPARDSON – l. c. pag. 106.

[3] In realtà, trascurando lo sfasamento fra pressione e resistenza, come generalmente ed in questo stesso lavoro vien fatto, la posizione può ritenersi conseguenza di una ipotesi più generale, quella cioè che resistenza e pressione siano legate fra loro da una relazione lineare, qualunque sia la legge colla quale varia quest'ultima; e però la ipotesi, come giustamente m'è stato suggerito dal prof. G. C. Vallauri, potrebbe più generalmente chiamarsi *lineare*. Poichè però, da un lato, in tutte le trattazioni si esprime sens'altro la resistenza come funzione del tempo col seno o con somma di seni e, d'altro lato, conviene dar agli sviluppi una forma che si presti anche ad introdurre un eventuale sfasamento, credo opportuno chiamar *sinusoidale* la ipotesi della quale si tratta.

[4] RAYLEIGH – Proc. Roy. Soc. London 1878, 27°, pag. 362.

[5] THOMSON – *Jour. Soc. Tel. Eng.* London 1883, 12°, pag. 123.

[6] PEDERSEN – *The Electrician*, 1916, 76, pag. 625. – *L'Elettrotecnica*, 1916, 3, pag. 181.

[7] A parte che la ipotesi del PEDERSEN introduce dei coefficienti che, come egli stesso nota, non hanno un chiaro significato fisico e però non serve, caso mai, che a descrivere, come quella sinusoidale, il fenomeno, ma non a rendercene conto, sta di fatto che mal si riesce a vedere come tanta importanza per la resistenza elettrica possa avere il *contatto* fra corpi della stessa natura premuti gli uni contro gli altri quando questi non sono, alla loro volta, che degli agglomerati. Del resto le esperienze che l'autore riporta in appoggio alla sua teoria sono state fatte col microfono in riposo, mentre quando egli considera il microfono durante la eccitazione abbandona la sua teoria e ricorre alla solita espressione sinusoidale della resistenza.

[8] PIERARD – l. c. nota 2, pag. 49.

durante il riposo e con D una costante arbitraria da determinarsi al limite, p. e. colla condizione che per $t = o$ sia $I = I_0$, ossia che si cominci a contare il tempo dall'inizio della eccitazione.

E' da avvertire che la integrazione è stata fatta nella ipotesi che ωL non fosse nulla. Quando questa condizione non fosse verificata la K_1, e soltanto essa, presenterebbe delle singolarità mentre, d'altro lato, la (3) diventerebbe una equazione in termini finiti e darebbe immediatamente la espressione della intensità; la K_1 non avrebbe più ragione di esistere.

Senza occuparci del termine smorzato $D K_1$, la cui influenza, per una certa pulsazione ω, sparirà tanto più presto quanto maggiore sarà la *costante di tempo* $\frac{R_0}{\omega L}$ del circuito, vediamo subito che il valore medio I_m di I sarà dato da:

$$I_m = I_0 A = I_0 \left(1 + \frac{1}{2} \frac{R_0^2}{S_1^2} Q^2\right) \tag{8}$$

da cui risulta che:

$$I_m > I_0 \tag{9}$$

e che la I_m stessa, contenendo S_1, dipenderà dalla autoinduzione del circuito.

Ricordiamo che il valore della intensità s'è trovato supponendo che le variazioni della resistenza intorno al suo valore di riposo fossero tanto piccole da poter trascurare le potenze superiori alla 2ª di Q. Ma in un caso — in quello cioè limite nel quale sia nulla la autoinduzione — si può esprimere la intensità media indipendentemente dalla piccolezza di Q che già sappiamo dover essere inferiore alla unità. Infatti, in tal caso, avremo:

$$I = \frac{e}{R_0 (1 + Q \operatorname{sen} \omega t)} = I_0 \frac{1}{1 + Q \operatorname{sen} \omega t}$$

da cui, come è noto:

$$I_m = I_0 \frac{1}{T} \int_0^T \frac{dt}{1 + Q \operatorname{sen} \omega t} = I_0 \frac{1}{\sqrt{1 - Q^2}}$$

che porta, come nel caso generale precedentemente considerato: $I_m > I_0$, ma questa volta indipendentemente dalla piccolezza di Q.

Dalle (6) risulta che il rapporto fra le ampiezze C e B dei due termini sinusoidali di K:

$$\eta = \frac{C}{B} = \frac{R_0}{2 S_2} Q = \frac{Q}{2\sqrt{1 + \left(\frac{2 \omega L}{R_0}\right)^2}} \tag{10}$$

assume un valore certamente minore di 1/4 quando Q, che abbiamo supposto molto piccolo, sarà inferiore od uguale ad 1/2. In tali condizioni la $K = f(t)$, data dalla equazione (5), come è noto, ammetterà in ciascun periodo un solo massimo ed un solo minimo.

D'altro lato dalle stesse (6) sarà facile di ricavare lo sfasamento: $\theta = 2(\psi - \varphi)$ fra i due termini sinusoidali il quale sarà dato dalle:

$$\left\{\begin{aligned} \operatorname{sen} \theta &= \operatorname{sen} 2(\psi - \varphi) = \frac{(L^2 \omega^2 - R_0^2) \operatorname{sen} 2\psi + 2 R L \omega \cos 2\psi}{S_1^2} \\ \cos \theta &= \cos 2(\psi - \varphi) = \frac{(L^2 \omega^2 - R_0^2) \cos 2\psi - 2 R L \omega \operatorname{sen} 2\psi}{S_1^2} \end{aligned}\right. \tag{11}$$

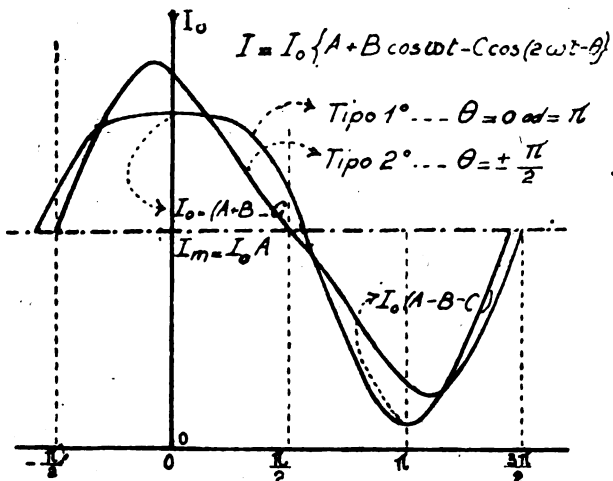



Fig. 1.

Queste relazioni fanno vedere come lo sfasamento, al variare di ωL, si mantenga pressochè costante e poco differente da 180°. Infatti, mentre per: $\omega L = o$ ed $\omega L = \infty$ assume il valore minimo di 180°, per $\omega L = \frac{1}{\sqrt{2}} R_0$ raggiunge quello massimo che supera il precedente per meno di 20°. Ne viene che la curva $K = f(t)$, la quale abbiamo ora veduto possedere un solo massimo ed un solo minimo, dovrebbe, come conseguenza della suesposta teoria, mantenersi pressochè costantemente della forma che nella fig. 1 viene chiamata del 1° tipo, mentre per ottenere quella del 2° occorrerebbe uno sfasamento non di 20° ma di ± 90°.

IPOTESI ELASTICA.

Secondo la ipotesi elastica la variazione di resistenza del microfono è dovuta al variare, colla pressione, dell'area secondo la quale i conduttori si trovano in contatto.

Per farne una trattazione matematica dovremo, evidentemente, ricorrere a delle schematizzazioni: in particolare, preso in considerazione un microfono a granuli, supporremo che esso sia costituito da un insieme di sferette conduttrici elastiche omogenee, tutte della stessa sostanza (carbone) e dello stesso diametro 2ρ, disposte in m_1 strati sovrapposti contenenti ciascuno m_2 sferette. Supporremo inoltre che i centri di queste, nei successivi strati, siano allineati secondo rette parallele alla direzione nella quale passa la corrente e si esercita la

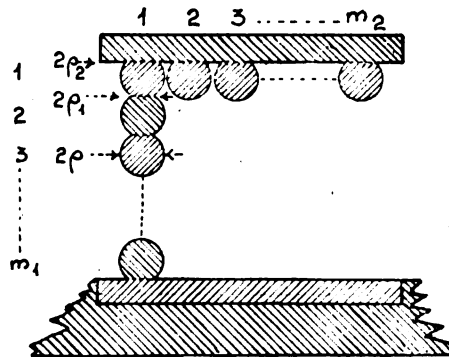



Fig. 2.

pressione. Il primo strato e l'ultimo siano in contatto con dischi della stessa sostanza della quale sono formate le sferette ed uno di questi possa, ubbidendo alle variazioni di pressione del mezzo aeriforme ambiente che trovasi in contatto con esso, spostarsi parallelamente a se stesso (9), indipendentemente da incastri che possa avere al contorno.

Per una determinata forza premente F il cerchio massimo di ciascuna sferetta, disposto normalmente alla direzione della forza, sarà soggetto alla pressione:

$$P = \frac{F}{\pi \, m_2 \, \rho^2}$$

Tali sferette si deformeranno venendo a contatto fra loro secondo cerchi di raggio ρ_1 ed in contatto coi piani terminali secondo superfici e aventi contorno circolare di raggio ρ_2.

Questi raggi dipenderanno evidentemente dalla pressione P, dal raggio ρ delle sferette e dalle proprietà elastiche della sostanza della quale sono costituite queste ed i dischi. La dipendenza potrà ricavarsi dalla espressione generale data dall'Hertz (10) la quale, nel caso nostro, detto E il modulo di elasticità del carbone, darà:

$$\rho_1 = \rho \sqrt[3]{\frac{2 \pi P}{3 E}} \quad , \quad \rho_2 = \sqrt[3]{2} \; \rho_1 \, . \tag{12}$$

Ciascuno degli m_2 allineamenti sarà costituito, per $m_1 \geqq 2$, da:

$m_1 - 2$ segmenti sferici a basi uguali di raggio ρ_1

2 » » » » di raggi ρ_1 e ρ_2

2 dischi, di sostanza uguale a quella dei segmenti e di dimensioni preponderanti rispetto a quelle di questi, in contatto coi due segmenti sferici ultimamente considerati secondo le basi di raggio ρ_2

Per $m_1 = 1$ avremo da considerare un solo segmento con basi uguali di raggio ρ_2 ed i due dischi.

Ora, la resistenza che oppone al passaggio della corrente elettrica un segmento appartenente alla sfera di raggio ρ, avente basi di raggi ρ_1 e ρ_2 e resistività k è dato (11) da:

$$\frac{1}{4} k \left\{ \frac{1}{\rho_1} + \frac{1}{\rho_2} + \frac{1}{\pi \rho} \log \frac{4 \rho^2}{\rho_1 \, \rho_2} \right\}$$

(9) PIERARD – l. c. nota 2, pag. 63.

(10) HERTZ – Werke, vol. 1, pag. 168. Leipzig 1895.

(11) RIEMANN-WEBER – Die partiellen Differential-Gleichungen der Mathematischen Physik. Fünfter anflage 1910 vol. I., pag. 483.

che, per $\rho_2 = \rho_1$, diviene:

$$\frac{1}{2} k \left\{ \frac{1}{\rho_1} - \frac{1}{\pi \rho} \log \frac{2 \rho}{\rho_1} \right\}$$

mentre il contributo che portano i dischi terminali ([12]) può essere espresso sensibilmente da:

$$\frac{1}{4} \cdot k \frac{1}{\rho_2} .$$

Introducendo queste espressioni, e tenendo conto che il microfono è costituito da m_2 allineamenti disposti in quantità, avremo che la resistenza totale sarà:

$$r = \frac{m_1 - 1 + \sqrt[3]{4}}{2 m_2} \frac{k}{\rho_1} \left\{ 1 - \frac{m_1}{(m_1 - 1 + \sqrt[3]{4}) \pi} \frac{\rho_1}{\rho} \log \left(\frac{2}{\sqrt[3m_1]{2}} \frac{\rho}{\rho_1} \right) \right\}, \tag{13}$$

nella quale m_1 ed m_2 potranno assumere tutti i valori intieri, compresa la unità.

Se la forza F esercitata sulla lamina microfonica dal mezzo aeriforme ambiente varia sinusoidalmente — il che avverrà se il mezzo stesso trasmette un suono semplice — varierà pure colla stessa legge la pressione P attiva sui cerchi massimi normali e però questa potrà mettersi sotto la stessa forma indicata nella (1) a proposito della ipotesi sinusoidale e colla stessa condizione allora posta che fosse p inferiore alla unità.

La (12) diverrà allora:

$$\rho_1 = \rho_0 \sqrt[3]{1 - p \operatorname{sen} \omega t} \tag{14}$$

avendo indicato con:

$$\rho_0 = \rho \sqrt[3]{\frac{2 \pi P_0}{3 E}} \tag{15}$$

il valore che assume ρ_1 per: $p \operatorname{sen} \omega t = o$, cioè quello corrispondente al microfono non eccitato o quello intorno al quale oscilla durante la eccitazione.

Prendendo per modulo di elasticità del carbone il più piccolo dei valori che ordinariamente ([13]) vengono assunti per esso, cioè 15.10^{10} c. g. s., e per pressione quella di 10^6 c. g. s., cioè di circa una atmosfera, certamente molto superiore a quella che si avrà nel funzionamento del microfono, il rapporto $\frac{\rho}{\rho_0}$ riuscirà superiore a 42. Tenendo conto di questo valore svilupperemo in serie la (13) e potremo scrivere:

$$r = r_0 \left\{ 1 + \frac{1}{3} p \operatorname{sen} \omega t + \frac{2}{9} p^2 \operatorname{sen}^2 \omega t + \dots \right\} \tag{16}$$

avendo posto:

$$r_0 = \frac{1}{2 m_2} \left\{ m_1 - 1 + \sqrt[3]{4} + \frac{m_1}{\pi} \log \left(\frac{2}{\sqrt[3m_1]{2}} \frac{\rho}{\rho_0} \right) \right\} \frac{k}{\rho_0} , \tag{17}$$

valore della resistenza del microfono allo stato di riposo, ed avendo trascurato in confronto della unità termini i cui valori siano inferiori ad:

$$\frac{1}{125} , \quad \frac{1}{30} p \quad e \quad p^3 .$$

Se il circuito nel quale il microfono è inserito ha la resistenza esterna costante r_1, la resistenza totale, che allo stato di riposo è $R_0 = r_0 + r_1$, diverrà, sotto l'azione di variazioni sinusoidali di pressione di ampiezza p e di pulsazione ω:

$$R = R_0 \left\{ 1 + 3 M p \operatorname{sen} \omega t + 2 M p^2 \operatorname{sen}^2 \omega t \dots \right\} \tag{18}$$

avendo posto:

$$M = \frac{1}{9} \frac{r_0}{r_0 + r_1} . \tag{19}$$

Nella (18) tutti i termini contenenti il seno elevato a potenza pari saranno sempre positivi e questa osservazione ci permetterà di concludere che la resistenza media, durante un periodo:

$$R_m = R_0 \left\{ 1 + M p^2 \dots \right\} \tag{20}$$

sarà sempre maggiore della resistenza R_0 di riposo, a differenza di quanto risultava nella ipotesi sinusoidale nella quale resistenza media e resistenza di riposo coincidevano.

Sostituendo nello sviluppo (18) di R le potenze del seno coi seni e coseni di archi multipli e trascurando i termini di grado superiore al 3° rispetto complessivamente ad M ed a p, potremo scrivere:

$$R = R_0 \left\{ a + b \operatorname{sen} \omega t - c \cos 2 \omega t \right\} \tag{21}$$

avendo posto:

$$a = 1 + c , \quad b = 3 M p , \quad c = M p^2 . \tag{22}$$

Se il circuito avrà la autoinduzione L e sarà attivato dalla f. e. m. costante ε, la intensità I della corrente dovrà soddisfare alla equazione differenziale (3) nella quale si sia sostituita la nuova espressione della resistenza. L'integrale generale avrà ancora la forma (4) e la funzione K quella data dalla (5) dove le costanti, posto:

$$n = 1 - \frac{1}{2} \frac{a r_0}{r_0 + r_1} \frac{R_0^2}{S_1^2} , \text{ per cui: } \frac{1}{2} < n < 1 , \tag{23}$$

saranno:

$$\left| \begin{array}{ll} A = 1 - M n p^2 \quad B = 3 \frac{R_0}{S_1} M p & C = \frac{R_0}{S_2} M n p^2 \\ S_1^2 = R_0^2 a^2 + \omega^2 L^2 , & S_2^2 = R_0^2 a^2 + 4 \omega^2 L^2 \\ \operatorname{sen} \varphi = - \frac{R_0 a}{S_1} & \operatorname{sen} 1 \psi = - \frac{2 \omega L}{S_2} \\ \cos \varphi = \frac{\omega L}{S_1} & \cos 2 \psi = - \frac{R_0 a}{S_2} , \end{array} \right. \tag{24}$$

mentre la funzione K_1 assumerà la forma:

$$K_1 = e^{- \frac{R_0}{\omega L} \left(a \omega t - b \cos \omega t - \frac{1}{2} c \operatorname{sen} 2 \omega t \right)} \tag{25}$$

Senza tener conto del termine smorzato K_1 — poichè supponiamo di considerare il microfono dopo un tempo abbastanza lungo dall'inizio della eccitazione dovuta a vibrazioni semplici persistenti — emerge subito dalle (4) e (5) combinate colla 1ª delle (24), che il valore medio I_m della intensità durante un periodo sarà dato da:

$$I_m = I_0 A = I_0 (1 - M n p^2) \tag{26}$$

e che però sarà sempre:

$$I_m < I_0 , \tag{27}$$

previsione questa perfettamente opposta a quella (9) tratta nella ipotesi sinusoidale.

Conformemente invece a tale ipotesi abbiamo anche in quella elastica che la curva K ammette un solo massimo ed un solo minimo in ciascun periodo, poichè è certamente $< \frac{1}{4}$ il rapporto fra le ampiezze dei due termini periodici:

$$\eta = \frac{C}{B} = \frac{1}{3} \frac{S_1}{S_2} n p , \tag{28}$$

inquantochè ciascuno dei tre fattori $\frac{S_1}{S_2}$, n, p è inferiore alla unità, ed anzi p lo è di molto.

Nella espressione della intensità il 2° armonico è sfasato rispetto al fondamentale di un angolo $\theta = 2 (\psi - \varphi)$ che potrà calcolarsi in modo analogo a quello precedentemente seguito. Otterremo così per sen θ e cos θ due espressioni che non differiranno dalle (11) se non perchè le costanti S_1 e ψ saranno date dalle (24) invece che dalle (6). Da tali espressioni risulta che la curva K, al variare di ωL da o ad ∞, passa dal 1° tipo al 2° (fig. 1) mentre nella ipotesi sinusoidale rimaneva sempre intorno al 1° tipo.

In quanto alla variazione che la induttanza può portare nel rapporto η è da osservare che questo passa per la (23), al crescere di ωL, da $\frac{1}{3} \left(1 - \frac{1}{2} \frac{a r_0}{r_0 + r_1} \right) p$ ad $\frac{1}{6} p$ il che sta ad indicare che, secondo questa teoria, se è ben vero che la influenza del 2° armonico, nell'alterare la nota fondamentale riprodotta dal microfono, va diminuendo al crescere della induttanza, tale diminuzione non è però molto rilevante.

La escursione Δ della parte periodica $I_0 K$ di I, fra i valori massimo e minimo che essa assume durante un periodo, può mettersi (quando η sia tanto piccolo da poterne trascurare le potenze superiori alla 2ª) sotto la forma:

$$\Delta = 2 I_0 B \left\{ 1 + (2 \eta \operatorname{sen} \theta)^2 \right\} . \tag{29}$$

Da questa si ricava che:

per $\omega L = o$, ossia per $\theta = o$ e $B = b$, si ha: $\Delta = 2 I_0 B = 2 b I_0$

e per $\omega L = \infty$, ossia per $\theta = - \frac{\pi}{2}$ e $B = o$,

si ha: $\Delta = 2 I_0 B (1 + 4 \eta^2) = o$.

Risulta cioè che nel passare gradualmente della induttanza da 0 ad ∞, mentre, come s'è veduto, la curva passa dal 1° al 2° tipo, la escursione va gradualmente diminuendo da $2 b I_0$ a zero. E questo variare della escursione è preveduto tanto dall'una quanto dall'altra ipotesi, mentre la trasformazione è caratteristica della seconda.

([12]) MAXWELL – Traité d'électricité et de magnétisme, traduit sur la deuxième édition, 1885, vol. I., pag. 487.

([13]) Soc. Franc. de Physique. Constantes Physiques, Paris 1913 pag. 173.

E' notevole il fatto che la intensità media, nella ipotesi elastica — come risulta dalla (26) dove non figura la induttanza — non dipende affatto dalla autoinduzione del circuito, mentre è prevista tale dipendenza nella ipotesi sinusoidale poichè nella (8) la induttanza entra col fattore $\frac{R_0}{S_1}$.

RICERCHE SPERIMENTALI.

Esposte le due ipotesi vediamo di confrontare con la esperienza le illazioni che da esse abbiamo tratte. A tale scopo abbiamo adottate svariate disposizioni sperimentali, ottenendo sempre risultati concordanti. Qui ci accontentiamo di descrivere le esperienze eseguite colla disposizione nella quale erano posti in circuito col microfono i seguenti apparecchi:

a) milli o decimilli-amperometro tipo Weston;

b) rocchetto, senza ferro, agente sul fascio catodico di un tubo di Braun eccitato da una macchina elettrostatica;

c) resistenza graduabile;

d) disposizione potenziometrica per mezzo della quale si introduceva nel circuito una opportuna f. e. m.;

e) rocchetto di piccola resistenza nel quale poteva introdursi gradatamente un fascio di fili sottili di ferro in modo da far variare la induttanza del circuito entro limiti molto estesi: tale rocchetto si poteva mettere in corto circuito in modo da sopprimere la autoinduzione ad esso dovuta e quindi, data la natura degli altri apparecchi, quasi totalmente la induttanza dell'intero circuito.

L'eccitazione del microfono veniva ottenuta, in generale, mediante tubi sonori aperti le cui vibrazioni venivano liberate dalle varie armoniche mediante risonatori di Helmholtz fissati ermeticamente alla imboccatura del microfono stesso e che corrispondevano alla nota fondamentale di ciascun tubo: diciamo subito però che prove fatte senza risonatore hanno dato risultati non sensibilmente differenti indicando così che le armoniche superiori esistenti nelle vibrazioni dei tubi avevano intensità trascurabili *per queste esperienze*, tranne forse un caso del quale parleremo in seguito. Aggiungiamo che le vibrazioni sonore ottenute per mezzo di diapason o del fischietto di Galton, certamente pure, o di tubi sonori chiusi, e però prive di armoniche pari, non hanno dato, in generale, effetti tanto intensi da poter mettere in rilievo i fenomeni dei quali si trattava: con uno solo degli apparecchi provati, cioè col microfono Angelini, abbiamo potuto utilmente impiegare le vibrazioni di un diapason elettromagnetico producente la nota la_3 ed abbiamo ottenuto effetti identici a quelli riscontrati col tubo aperto producente un suono della stessa altezza. I tubi sonori venivano messi in vibrazione o direttamente col fiato dell'operatore o per mezzo di una pompa Gaede ad inviluppo con interposta camera d'aria: in quest'ultimo caso la intensità dell'eccitazione del microfono veniva regolata variando o la distanza dell'origine sonora da questo o la sezione del condotto che portava l'aria compressa.

L'amperometro tipo Weston dà colle sue indicazioni la *intensità media* della corrente dalla quale è traversato, quando le modificazioni di tale corrente si compiono con grande frequenza: nel nostro caso, nel quale si avevano modificazioni periodiche di alcune centinaia per secondo — poichè si sperimentava eccitando il microfono con note variabili dal do_3 al fa_4, cioè con frequenza da 256 a 685 per 1" — si vedeva l'indice spostarsi rapidamente all'inizio della eccitazione e mantenersi poi assolutamente immobile fino a tanto che la eccitazione stessa rimaneva di intensità costante.

Il tubo di Braun, al contrario, dà la *intensità istantanea* poichè, come è noto, il fascio catodico non presenta inerzia. La macchietta luminosa che si osservava sullo schermo fluorescente, quando il microfono era in riposo, diventava, durante la emissione del suono, una striscia normale all'asse del rocchetto. Ma, osservando questa nello specchio rotante, le successive posizioni si separavano e si otteneva una curva che permetteva di arguire la legge colla quale il fascio catodico si spostava e colla quale, quindi, variava la corrente. Si è adoperata anche, in luogo dello specchio rotante, una disposizione che permetteva di far disegnare al fascio una curva persistente sullo schermo stesso, ma a questo metodo, in altri casi tanto efficace, possono farsi nel caso nostro — dato il modo nel quale eravamo costretti ad applicarlo — forti obbiezioni, per cui non riteniamo di riportare qui i risultati ottenuti.

Le esperienze furono fatte con microfoni di varii tipi e precisamente: Mix-Genest, Kellogg, Deckert, Erikson, Angelini favoriti dall'Istituto superiore postelegrafonico ([14]) e con altri quali i « SITI », usati negli apparati telefonici da campo del nostro esercito, e dei Solid back della Western.

([14]) Ringrazio il prof. Di Pirro, direttore dell'Istituto superiore postelegrafonico, per la cortesia usatami.

La f. e. m. è stata fatta variare, mediante la disposizione potenziometrica sopra accennata, da un massimo di 4 Volta a valori molto bassi, in modo che la corrente traversante il microfono in riposo, tolta ogni resistenza esterna, assumesse valori da 250 ad 1 milliampere.

In ogni caso, senza alcuna eccezione, qualunque fosse stato il microfono sperimentato ed il suono eccitatore, semplice o comunque complesso, l'indice dell'amperometro indicava una *intensità media*, durante il funzionamento, inferiore a quella di riposo ([15]). La quale intensità media, per suoni abbastanza intensi, e tolta ogni resistenza esterna col sopprimere quella dovuta al reostato e col porre in corto circuito il rocchetto, scendeva anche al di sotto di un terzo di quella che si aveva col microfono in riposo. Il rapporto nel quale la diminuzione avveniva era, per una certa intensità di eccitazione, indipendente dal valore assoluto della corrente e s'è trovato, p. e. con un solid back della Western electric Company, che le correnti di 100 e di 1 m. a. discendevano, durante il funzionamento, rispettivamente a 40 e 0,4 m. a.

I risultati col tubo di Braun confermarono pienamente quelli ottenuti coll'amperometro, poichè la intiera striscia, nella quale si trasformava la macchia durante l'eccitazione del microfono, — e quindi anche la posizione della macchia corrispondente alla corrente media e che in quella striscia doveva essere compresa, — veniva sempre a trovarsi distaccata dalla posizione corrispondente al riposo e precisamente tutta spostata dalla parte relativa al circuito aperto, cioè ad intensità nulla. Il che dimostra non solo, come precedentemente, che la corrente media è inferiore a quella di riposo, ma, in più di quanto risultasse dalla osservazione all'amperometro, che vi è inferiore anche quella massima assunta nel periodo.

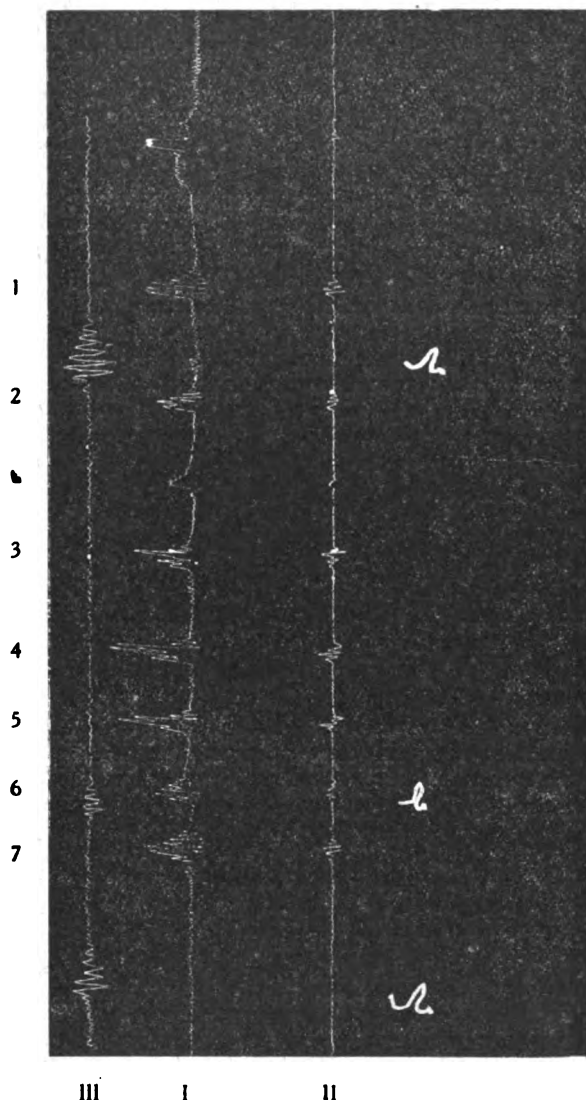



Fig. a.

([15]) Ad evitare equivoci insistiamo nel notare che la diminuzione nella intensità media si ha quando la eccitazione è ottenuta per mezzo di vibrazioni sonore semplici o composte e quindi anche per mezzo della parola. Col soffio, invece, come ordinariamente si usa nella prova pratica dei microfoni, si ha aumento come è ovvio prevedere.

Questo risultato è concorde, in generale, salvo qualche eccezione per correnti straordinariamente intense, con quello che si rileva dall'esame dei molti oscillogrammi ottenuti dai Sig.ri Blondel e Polak ([16]) cantando delle vocali innanzi a microfoni di vario tipo; particolarità che i detti fisici non si sono fermati a notare.

Le stesse particolarità abbiamo anche rilevate durante alcune esperienze di fonotelemetria che il prof. Vicentini ha eseguite nel tempo della guerra ed alle quali abbiamo assistito. Egli usava dei microfoni con 7 cavità, contenenti ciascuna una sferetta di carbone del diametro di circa un millimetro, e particolari oscillografi a telaio mobile da lui costruiti aventi un periodo proprio di oscillazione di un decimo di secondo. Gli oscillogrammi, tuttora inediti, qui riprodotti nelle fig. *a* e *b*, gentilmente favoritici dal chiaro Professore, mostrano in modo evidente il fenomeno. Nella fig. *a* è da osservare che i tracciati I e II, corrispondenti rispettivamente ad una corrente diretta microfonica e ad altra trasformata, sono stati ottenuti contemporaneamente pronunciando la parola *Roma* (1, 2, 6, 7) od emettendo due colpi di gola (3, 4, 5) come fa uno per rischiarare la voce; il tracciato III corrisponde a circuito aperto. Sono poi notevoli nella fig. *b* le variazioni periodiche nell'ampiezza dei massimi dovute evidentemente a battimenti fra le oscillazioni libere dell'apparecchio (10 per secondo) e quelle provocate dal suo eccitatore (circa 100 per secondo) dato dalla tromba Perrin.

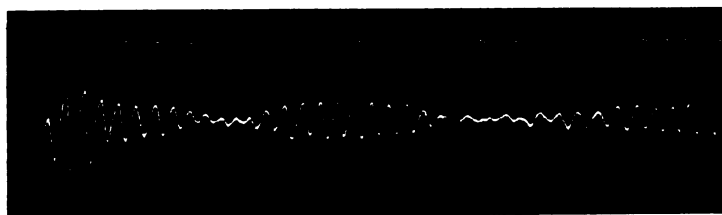



Diagramma provocato dalla tromba Perrin, suonata fuori del laboratorio ove era inazione l'apparecchio. Il diagramma superiore corrisponde a circuito aperto; l'inferiore a circuito chiuso.

Fig. *b*.

Tornando, alle esperienze nostre, fatte col tubo di Braun, riproduciamo nella fig. 3 le posizioni reciproche che assumono le macchie e la striscia col microfono in circuito aperto od in circuito chiuso senza o con eccitazione. E riportiamo nello specchietto seguente, come esempio, gli spostamenti della macchia sullo schermo del tubo, ottenuti con una cella microfonica SITI, e le intensità di corrente corrispondenti:

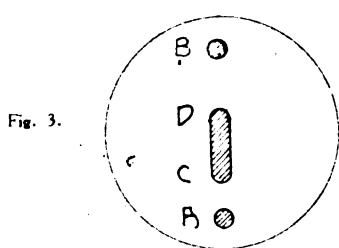



Fig. 3.

$i_0 =$	0,090	ampere	AB	$= 3{,}5$ cm
	0,044	»	AB	$= 1{,}7$ »
	0,057	»	AD	$= 2{,}2$ »
$\Delta =$	0,013	»	AD-AC	$= 0{,}5$ »
i_m	0,051	»		$= 2{,}0$ »

dove i_0 è la intensità della corrente durante il riposo, i_m è quella media e Δ rappresenta la escursione della corrente durante la eccitazione del microfono e dove *A*, *B*, *C*, *D* indicano i centri delle macchie nelle loro posizioni isolate od in quelle estreme della striscia.

Il concordante risultato ottenuto, usando i due differenti modi di osservazione, con tutti i microfoni sperimentati e nelle circostanze svariatissime nelle quali sono stati sottoposti ad esame, cioè:

$$i_m < i_0 ,$$

è qualitativamente previsto dalla *teoria elastica* mentre è perfettamente opposto alla previsione della *teoria sinusoidale*. Ed è a rilevare che esso, nella teoria elastica, non deriva dalla esistenza o meno della 2ª armonica ma dal modo come questa viene a nascere per lo sviluppo, nella espressione della resistenza, di un termine positivo contenente la fondamentale a quadrato. Per cui, anche se la 2ª armonica si trovasse con intensità non trascurabile nella vibrazione eccitante il microfono — come vedremo succedere in particolari circostanze — questa non varrebbe a dar ragione della disuguaglianza trovata.

([16]) BLONDEL e POLAK – Les altérations de la parole par les microphones – Annales des Posses, Télégraphes et Téléphone, Dec. 1913, pag. 198.

Il tubo di Braun, messo in relazione o no con l'amperometro, ci permise di fare altre constatazioni e precisamente:

a) La striscia C D, la cui lunghezza è proporzionale alla escursione Δ della corrente durante ciascun periodo, va, coll'aumentare gradatamente la induttanza del circuito mediante l'introduzione del fascio di ferro nel rocchetto, mano a mano accorciandosi intorno ad una posizione intermedia, fino a ridursi sensibilmente ad un'unica macchia (come *A* o *B*). Durante tale variazione di induttanza, l'amperometro mantiene costante la sua indicazione dimostrando come la intensità media rimanga invariata, ad onta che muti la escursione della corrente in ciascun periodo. Che se l'accorciamento della escursione è conforme ad ambo le teorie, la costanza della intensità media è prevista dalla sola ipotesi elastica come già s'è notato trattando di questa.

b) Osservando la striscia allo specchio rotante questa, con interposizione o no di risonatore filtrante le vibrazioni, si trasforma, quando venga mantenuta costante la intensità del suono agente, in una curva regolarissima la cui forma indica la presenza della 2ª armonica, e sensibilmente solo di essa, ad accompagnare la fondamentale. Questa 2ª armonica che si riscontra nella curva non è dovuta, almeno in generale, come diremo in seguito, a quella eventualmente contenuta nel suono eccitatore ma nasce nello stesso microfono. Ciò è previsto dalle due teorie esaminate: del resto i sig.ri Blondel e Polak avevano già messo sull'avviso circa differenze fra le vibrazioni rivelate in un oscillogramma microfonico e quelle eccitatrici.

c) Con piccola autoinduzione, quale può ottenersi sopprimendo quella aggiunta nel circuito, tutti i microfoni sperimentati, meno uno, danno una curva del 1° tipo (fig. 1ª) mentre con uno, e precisamente coll'Angelini, la curva è del 2°. Coll'aumentare la induttanza la curva, quando inizialmente era del 1° tipo, come avveniva in generale, si trasformava in quella del 2°, d'accordo colla ipotesi elastica, mentre, se era già del 2° tipo, si manteneva invariata. E' da notarsi che la resistenza dei microfoni sperimentati era, in riposo, secondo i tipi, dai 15 ai 25 ohm tranne che per l'Angelini nel quale, nelle stesse condizioni, saliva intorno ai 100. Questa alta resistenza avrebbe fatto attendere, con bassa induttanza, a maggior ragione, una curva del 1° tipo: in ogni modo questo apparecchio si allontanava ancora più di quanto non lo facessero gli altri dalla ipotesi sinusoidale poichè questa non prevede in nessun caso una curva del 2° tipo. Anche per altri riguardi esso differiva dagli altri microfoni provati e cioè per la maggior riduzione della corrente media rispetto a quella di riposo e per la più grande escursione durante ciascun periodo.

d) La curva del 1° tipo, che si ottiene con bassa autoinduzione, ha le anse più acuminate rivolte, quando la sorgente è lontana dal microfono e comunque disposta, verso la posizione che assume la macchia sullo schermo quando il microfono è in riposo; ma tenendo il tubo sonoro normalmente alla lamina ed immediatamente vicino ad essa, la curva si inverte. La 1ª disposizione porta $\theta = \pi$ e la 2ª $\theta = 0$ indicando che con vibrazioni di piccola ampiezza questa particolarità concorda colla teoria sinusoidale mentre con ampiezza sufficientemente grande concorda con quella elastica. Non è però da escludere — anche perchè in queste esperienze si operava senza risonatore — che la inversione, nelle particolari circostanze sopraindicate, potesse essere dovuta all'intervento della 2ª armonica della sorgente che nelle dette circostanze potrebbe assumere intensità relativa rilevante e mascherare la 2ª armonica propria del microfono. Certo però che la particolare disposizione della curva non dipende in generale, tranne forse in questo caso, dalla sorgente poichè, se ciò fosse, dovrebbe successivamente invertirsi coll'allontanamento della sorgente stessa (una inversione ogni mezza lunghezza d'onda della fondamentale) mentre, tolto il caso ora riferito, la disposizione della curva rimane invariata per qualunque distanza.

I risultati sperimentali, salvo qualche incertezza per lo sfasamento, confermano adunque, *qualitativamente*, la ipotesi elastica mentre contraddicono a quella sinusoidale. *Qualitativamente* abbiamo detto, e non *quantitativamente*, poichè per quest'ultimo riguardo esperienza e teoria sono molto lontane. Infatti dalla (26), tenendo conto dei valori di *M* e di *n* dati dalle (19) e (23) i quali sono minori rispettivamente di $\frac{1}{9}$ e di 1 e ricordando che è $p < 1$, risulta:

$$I_0 > I_m > \frac{8}{9} I_0$$

In realtà invece I_m differisce molto di più da I_0 ed, in qualche caso, scende a meno di un terzo del valore di questa.

Nè l'ipotesi del Pedersen ([17]) di una resistenza suppletiva dovuta al solo contatto ed in ragione inversa all'area del contatto stesso sarebbe sufficiente a mettere d'accordo le esperienze colla teoria poichè, secondo tale ipotesi, la intensità media dovrebbe pur sempre essere superiore a $\frac{6{,}5}{9}$ di quella di riposo.

([17]) *loc. cit.*, nota 5.

La divergenza, del resto, si spiega quando si pensi alle molte schematizzazioni supposte nella teoria, compresa quella — che forse è origine delle maggiori conseguenze — che, non solo il circuito non venga mai a rompersi completamente durante il funzionamento del microfono — il che è conforme alla esperienza negli apparecchi ben regolati e porta $p < 1$ — ma ancora non si interrompa nessuna delle catene di granuli che vengono a trovarsi disposte in parallelo al passaggio della corrente, il che potrebbe benissimo avvenire.

CONCLUSIONE.

Da quanto abbiamo esposto risulta:

1). La teoria sinusoidale del microfono — quella cioè secondo la quale la variazione di resistenza dell'apparecchio avviene sinusoidalmente quando varii colla stessa legge la pressione sulla membrana — è in contraddizione colla esperienza per i numerosi microfoni sperimentati.

2). La ipotesi elastica — cioè quella che fa dipendere le variazioni di resistenza dalle deformazioni elastiche degli elementi in contatto — è in accordo *qualitativo* colla esperienza in tutti i particolari.

3). Non esiste accordo *quantitativo* fra ipotesi elastica ed esperienza: per ottenerlo dovrà essere tentata qualche particolare specificazione alla ipotesi stessa, togliendo, almeno in parte, le schematizzazioni che hanno servito a svilupparla.

In un prossimo lavoro sarà analizzata la influenza che esercita sulla resistenza del microfono la riflessione delle onde acustiche sulla lamina e sul fondo del microfono stesso.

Ringrazio sentitamente il prof. Senatore Corbino per la cortese ospitalità accordatami nell'Istituto Fisico della R. Università di Roma da esso diretto ed il D.r Trabacchi per il gentile aiuto datomi nelle esperienze.

Roma, 16 *maggio* 1921.

DETERMINAZIONE ANALITICA DELLA TENSIONE E SEZIONE DI LINEA PIU' CONVENIENTE PER UNA LUNGA TRASMISSIONE ELETTRICA

Ing. CLAUDIC CASTELLANI

Comunicazione alla Sezione di Livorno
Aprile 1921 [1]

Nella recente Comunicazione alla Sezione di Livorno dell'A. E. I. gli Ingg. Fascetti e Melinossi [2], partendo dall'ipotesi che la tensione più conveniente sia quella oltre la quale cominciano le perdite per effetto corona e trascurando l'influenza delle altre perdite a vuoto difficilmente apprezzabili e del prezzo degli isolatori, sono venuti a determinare un grafico assai semplice e comodo nel quale rapidamente può trovarsi la soluzione di massimo tornaconto che corrisponde ad una data condizione del mercato.

Una volta ammessa la formula di Peek, che dà la perdite per effetto corona, per una linea trifase:

$$P_{watt} = \frac{6 \times 86 \times n \sqrt{d}}{100 \times \delta \times \sqrt{2D}} \left(E - 11,1 \times k \times \delta \times d \times \log \frac{2D}{d}\right)^2$$

dove n è la frequenza $\delta = \frac{3,86 \cdot H}{273 + t}$ con

H = pressione barometrica in cm. di mercurio;

t = temperatura in centig.;

k un coefficiente di forma del conduttore = 1 per filo pieno = 0,85 per corda a 7 fili;

d diametro del cond. in cm. — D distanza fra i fili in cm;

E tensione stellata di linea in kV,

vien fatto di domandarsi se invece di ammettere senz'altro la tensione limite come la più conveniente non convenga invece in certi casi spingersi a tensioni che rispetto alla sezione adoperata siano anche maggiori di $E_c = 11,1 \cdot k \cdot \delta \cdot d \cdot \log \cdot \frac{2D}{d}$.

Per una distanza D ed una sezione del conduttore determinate ed a parità di tutti gli altri elementi noi possiamo veder subito che indipendentemente dal dubbio che può sorgere circa la difficoltà di esercizio debba proprio ricercarsi la tensione più conveniente al di sopra di E_c. Infatti le perdite Joule possono esprimersi con $\frac{K_1}{E^2}$ dove K_1 = cost. e quelle per effetto corona con $K_2 (E - E_c)^2$ dove K_2 = cost. Le perdite totali saranno: (*A*) $\frac{K_1}{E^2} + K_2 (E - E_c)^2$.

Nello stabilire i coefficienti K_1 e K_2 possiamo tener conto del coefficiente di utilizzazione diverso delle perdite a vuoto rispetto alle perdite a carico: le prime vengono effettivamnte a costare assai di di più all'Azienda, specialmente per i periodi di magra in cui la linea trasmette piccole potenze ed il kW costa maggiormente.

Il minimo della somma (*A*) non si ha per $E = E_c$ ma per $E - E_c = \frac{K}{K_1 E^3}$ (Vedi fig. 1).

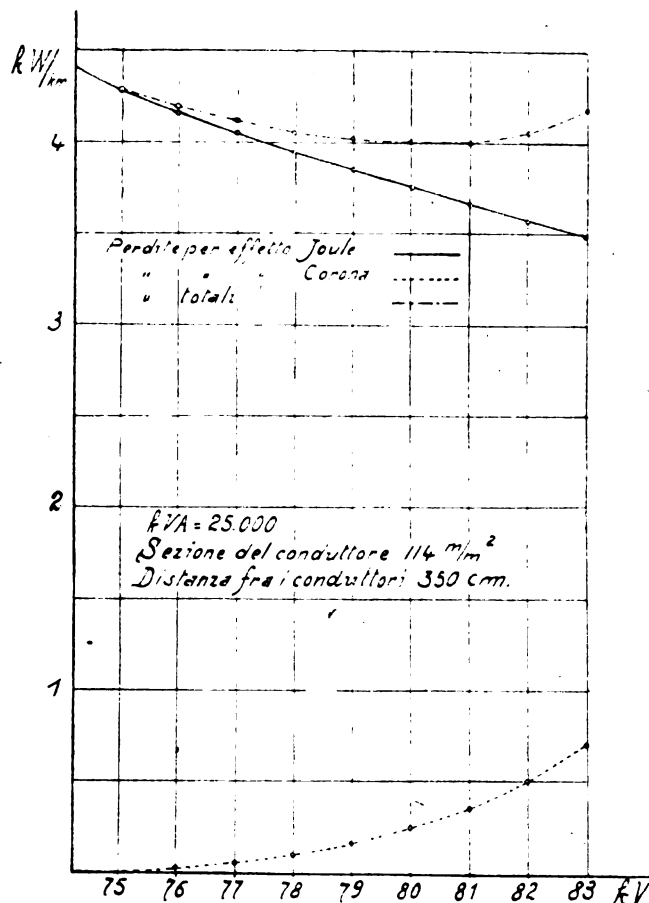



Fig. 1.

Ho voluto quindi studiare analiticamente il problema, giungendo a risultati che in parte si avvicinano a quelli ottenuti dagli autori succitati, mentre per alcuni valori della potenza da trasmettere se ne discostano notevolmente. Quando si voglia trascurare il minor numero possibile di elementi, lo studio analitico del problema è senza dubbio assai complicato, ma il maggior tempo impiegato può esser lautamente compensato da una variazione anche piccola di onere annuo.

L'onere annuo sopportato per l'esercizio di una linea elettrica di trasmissione è la somma del prezzo a cui si potrebbero vendere i kW perduti in linea, dell'interesse ed ammortamento delle spese sostenute per la costruzione della linea e delle spese annue di manutenzione. Noi lo possiamo considerare [3] come una funzione $F(s, E)$ delle due variabili indipendenti s sezione del conduttore ed E tensione di linea. I due valori s^0 ed E^0 che rendono minima la F saranno quelli per cui sono soddisfatte le equazioni:

$$\frac{\partial F}{\partial E} = 0 \quad \frac{\partial F}{\partial s} = 0 \quad \text{ed inoltre} \quad \frac{\partial^2 F}{\partial s \cdot \partial E} - \frac{\partial^2 F}{\partial s^2} \times \frac{\partial^2 F}{\partial E^2} < 0 \quad \frac{\partial^2 F}{\partial s^2} > 0$$

La $F(s, E)$ si compone dei seguenti termini:

(1) Onere annuo dovuto alle perdite in linea; (2) onere annuo dovuto alla spesa per il conduttore; (3) idem dovuto alla spesa per la palificazione; (4) idem dovuto alla spesa per gli isolatori; (5) idem dovuto alla spesa per gli apparecchi terminali; (6) idem dovuto alle spese indipendenti da E e da s.

[1] *L'Elettrotecnica*, 15 maggio 1920, vol. VIII, N. 15, pag. 328.
[2] *L'Elettrotecnica*, 5 aprile 1921, vol. VIII, N. 10, pag. 218.

[3] G. MOTTA – *Monitore Tecnico*, N. 31 e 32, anno 1910.

Per potenze superiori ai limiti entro i quali si possono economicamente costruire trasformatori per alte tensioni e per lunghezze considerevoli di linea il termine (5) si può comprendere nel termine (6) e con questo trascurarlo agli effetti della derivazione.

Facciamo l'analisi dei diversi termini per una linea trifase indicando con s la sezione di un filo e con E la tensione stellata di linea.

Termine (1).

Le perdite di potenza che si hanno in una linea di trasmissione sono:

a) perdite per effetto Joule. Per ogni km di linea se diciamo ρ la resistenza ohmica del conduttore espressa in ohm per km e mm² ed indichiamo con kVA la potenza apparente da trasmettere, possiamo esprimere tali perdite in Watt con $\frac{\rho}{3\,s}\,\frac{kVA^2}{E^2}$;

b) perdite della linea a vuoto e fra queste le principali sono quelle per effetto corona e quelle per isteresi dielettrica degli isolatori. Come già si è detto queste perdite in confronto alle (A) gravano sull'onere annuo per un numero maggiore di ore: il loro coefficiente di utilizzazione rispetto alle (a) diverso caso per caso dipende dalle ore in cui non essendo a pieno carico la linea si potrebbe vendere energia all'estremità ricevente in quantità maggiore di quella che trasporta la linea. Occorrerà dunque moltiplicare l'espressione che dà le perdite $b)$ per un coefficiente.

Ammettendo la formula di Peek ed una distanza fra i conduttori disposti ai vertici di un triangolo equilatero D massima ammissibile per il tipo di palificazione adottato, variando pochissimo il log. $2D$ al variare di d noi possiamo scrivere le perdite per effetto Corona sotto la forma $P = c\,.\,s\,.^{\frac{1}{4}}\,(E - c'\,s^{\frac{1}{2}})^2$. dove c e c' sono costanti. Le altre perdite componenti b) di solito assai piccole, se vogliamo tenerle in considerazione possiamo esprimerle sotto la forma $k\,.\,E^2$ essendo k la conduttanza equivalente a dette perdite (per isteresi dielettrica degli isolatori, per difetti d'isolamento, per radiazioni elettromagnetiche) e che può risultare da linee costruite.

Complessivamente il termine (1) può esprimersi:

$$t\left(\frac{\rho}{3}\,\frac{kVA^2}{s\,E^2} + c^0\,s^{\frac{1}{4}}\left(E - c'\,s^{\frac{1}{2}}\right)^2 + k\,E^2\right)$$

dove t è il prezzo del wattanno all'estremità ricevente e c° è uguale a c moltiplicato per il coefficiente di utilizzazione delle perdite a vuoto rispetto a quelle a carico.

Termine (2). E' esattamente esprimibile con $\frac{3\,.\,r\,.\,s\,.\,p\,.\,C}{100}$ dove r è il tasso d'interesse più ammortamento, p è il peso per km e mm² del conduttore e C è il prezzo per kg del conduttore messo in opera.

Termine (3). Accettando le conclusioni della memoria Prof. Motta sopracitata, può ritenersi che una parte del peso della palificazione, se trattasi di tralicci in ferro, dipenda dalla sezione del conduttore. Ne possiamo tener conto quindi con un aumento corrispondente del coefficiente C intendendo che esso rappresenti il prezzo del kg del conduttore più il prezzo del peso kilometrico di palificazione che corrisponde all'aumento di un kg di conduttore.

Termine (4). La spesa per gli isolatori dipende dal tipo, dalla forma dell'isolatore e cresce con la tensione con relazioni difficili a stabilirsi. Cresce assai di più della tensione: per gli isolatori del tipo a campana, si ottiene una formula di questo tipo:

$$I = i\,(a\,E^2 + b\,E)$$

dove I è il prezzo per ogni isolatore, i il prezzo per kg. di porcellana lavorata, a e b costanti diverse a seconda del tipo e della Casa costruttrice. In un caso specifico per tensioni concatenate da 10 000 a 60 000 V abbiamo trovato $b = 0{,}058$ ed $a = 0{,}002$ (E espresso in kV). Per gli isolatori a sospensione il prezzo è proporzionale al numero degli elementi e con questo cresce quindi più della tensione. Tuttavia, entro certi limiti lo possiamo ritenere proporzionale alla tensione trascurando anche il fatto che si tratta in realtà di una funzione evidentemente discontinua.

Invero, come è già stato autorevolmente trattata dalla Commissione della Sezione di Livorno (4) appare come per tensioni concatenate inferiori ai 135 kV convenga riferirsi per la scelta del coefficiente di sicurezza alla curva di arco sotto pioggia e solo per tensioni superiori a quella di arco a secco. Ora la curva di arco sotto pioggia è una retta: quindi entro certi limiti di tensione sarà sufficientemente approssimato il ritenere la tensione proporzionale al numero degli elementi.

Potremo allora scrivere il termine (5) sotto la forma $\frac{3\,r_i}{100}\,.\,\xi\,.\,\frac{E}{c_m}$ dove c_m è la campata media espressa in km, ξ è il prezzo unitario dell'isolatore riferito all'unità di tensione, r_i è la quota di interesse più ammortamento aumentato rispetto alla r prima considerata per tener conto del ricambio annuo di isolatori che secondo quanto ha potuto stabilire l'Ing. Norsa (1) si è verificato in linee americane già costruite, di circa il 7%.

Con le notazioni fatte ed usando isolatori a catena la $F\,(s, E)$ è espressa per km di linea da:

$$F(s_1\,E) = \frac{a_1}{s\,E^2} + a_2\,E^2 + a_3\,E + a_4\,s + \left[a_5\,s^{\frac{1}{4}}\,E^2 + a_6\,s^{\frac{5}{4}} - a_7\,E\,s^{\frac{3}{4}}\right]$$

dove i coefficienti $a_1 \ldots a_2$, a_7 hanno i valori sopradetti ed il termine fra parentesi è da considerarsi solo per valori che lo rendano positivo. Le condizioni di minimo sono:

$$(B_1)\quad \frac{\partial F}{\partial s} = \frac{-a_1}{s^2\,E^2} + a_4 + \left[\frac{1}{4}\,a_5\,\frac{E^2}{s^{\frac{3}{4}}} + \frac{5}{4}\,a_6\,s^{\frac{1}{4}} - \frac{3}{4}\,a_7\,\frac{E}{s^{\frac{1}{4}}}\right] = O$$

$$(B_2)\quad \frac{\partial F}{\partial E} = -\frac{2\,a_1}{s\,E^3} + 2\,a_2\,E + a_3 + \left[2\,a_5\,s^{\frac{1}{4}}\,E - a_7\,s^{\frac{3}{4}}\right] = O$$

dove i termini fra parentesi sono anch'essi da considerarsi solo per $E > c^1\,.\,s^{\frac{1}{2}}$.

Le soluzioni s° ed E° di questo sistema di 2 equazioni a 2 incognite saranno quelle di massimo tornaconto se saranno anche soddisfatte le condizioni riguardanti le derivate seconde. Notiamo subito che nel caso che la tensione sia già un dato del problema la radice della (B_1) darà la soluzione di massima convenienza.

Per risolvere il sistema potremo risolvere la (B_1) per diversi valori di E a cui verranno a corrispondere altrettanti valori di s. Per questi valori di s risolveremo poi la (B_2) e troveremo altrettanti valori E'. Stabilita la corrispondenza $(E/, E')$ il problema si ridurrà a trovarne il punto unito. Nel caso in cui la soluzione sia nel campo delle tensioni inferiori a quella limite la $F\,(s\,, E)$ si riduce ad un'espressione semplicissima.

Riportiamo ora alcuni esempi.

1°). Potenza effettiva da trasmettere 20 000 kW con cos $\varphi = 0{,}8$ (potenza apparente (25 000 kVA) su una terna;
- Conduttore rame $\rho = 17$ ohm per km e mm² filo unito peso del conduttore $p = 8{,}9$ kg per km e mm²;
- Pressione barometrica media annua $H = 68$ cm di mercurio;
- Temperatura media annua 20° C.;
- Distanza fra i conduttori $D = 350$ cm (disposti ai vertici di un triangolo equilatero);
- Coefficiente di utilizzazione delle perdite a vuoto = quello delle perdite a carico;
- Prezzo del Wattanno all'estremità ricevente t = L. 0,8;
- Prezzo del kg di rame e della quota parte del ferro C = L. 14 (in opera);
- Prezzo del tipo dell'isolatore adoperato = L. 3 per kV;
- Ammortamento più interesse = 12%;
- Ammortamento più interesse più quota di ricambio annuo isolatori = 18%;
- Conduttanza equivalente alle perdite a vuoto (escluse quelle per effetto corona) 0,062 mho per km. Campata media km. 0,160

Con questi dati abbiamo:

$$F\,(s_1\,E) = \frac{2840 \times 10^6}{s\,E^2} + 0{,}062\,E^2 + 10{,}1\,E + 44{,}9\,s + \left[2{,}92\,s^{\frac{1}{4}}\,E^2 + 145{,}4\,s^{\frac{5}{4}} - 40{,}8\,E\,s^{\frac{3}{4}}\right]$$

$$(B)\quad \frac{\partial F}{\partial s} = -\frac{2840 \times 10^6}{s^2\,E^2} + 44{,}9 + \left[0{,}73\,\frac{E^2}{s^{\frac{3}{4}}} + 182\,s^{\frac{1}{4}} - 30{,}6\,\frac{E}{s^{\frac{1}{4}}}\right] = O$$

$$(B_2)\quad \frac{\partial F}{\partial E} = -\frac{5680 \times 10^6}{s\,E^3} + 0{,}124\,E - 10{,}1 + \left[5{,}84\,s^{\frac{1}{4}}\,E - 40{,}8\,s^{\frac{3}{4}}\right] = O$$

E in kV	Valori di s che annullano la (B_1)	Valori E' corr. che annullano la (B_2)
80	114.6 mm²	78,9 kV.
90	134 »	82,8 »
78.5	114 »	78,5 »

(Vedi fig. 2)

(1) *L'Elettrotecnica*, 15 gennaio 1920, vol. VIII, n. 2, pag. 22

(2) *L'Elettrotecnica*, 25 luglio 1920, vol. VII, n. 21-23, pag. 378 e seg.

La soluzione si è trovata cercando il punto unito della corrispondenza (E, E') e soddisfa alle condizioni riguardanti le derivate seconde.

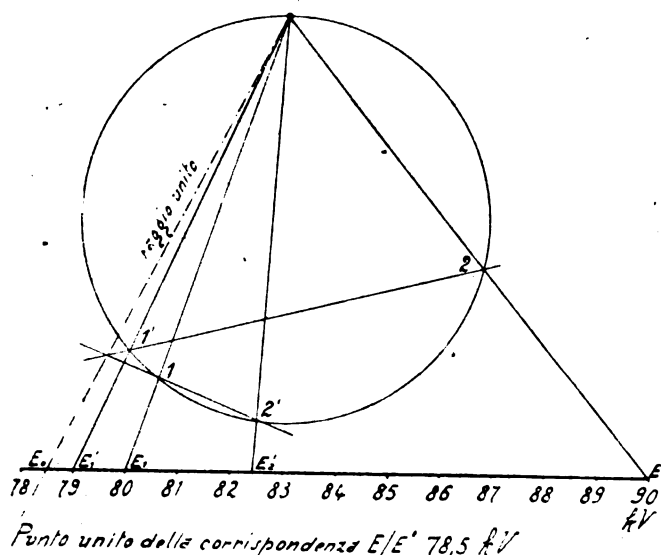



Fig. 2.

Esaminiamo ora la soluzione ottenuta per il caso di una lunghezza di linea di 100 km; la sua accettabilità dipenderà prevalentemente dalla caduta di tensione ammessa.

Caduta di tensione: Per $\cos\varphi = 0{,}8$ resta nei limiti 7%;

Perdite medie: per effetto Joule kW 394; per effetto corona kW 17;

Densità in A per mm² = 0,96.

Caso di temporale. — Il potenziale limite per effetto può abbassarsi di circa il 20% rispetto a quello con pressione barometrica 76 cm. Avendo noi preso in considerazione le condizioni metereologiche medie annue (pressione $H = 68$ cm) basterà una riduzione del 10 per cento.

In tal caso le perdite kilometriche per effetto corona divengono $3{,}645 - 3{,}625\ (78{,}5 - 67{,}5)^2 = 1597$ Watt cioè sommano per tutta la linea a 160 kW restando sempre al disotto di quelle per effetto Joule ed in limiti accettabili.

La linea risulta invece notevolmente protetta dalle sovratensioni per il fatto di essersi spinti al disopra della tensione limite per effetto corona.

2°). Potenza da trasportare 10 000 kW con $\cos\varphi = 0{,}8$ (potenza apparente 12 500 kVA) su una terna;

Corda di rame a 49 fili;
Prezzo del kg di rame L. 10;
Prezzo del Wattanno all'estremità ricevente: L. 0,32;
Quota d'interesse più ammortamento = 12%;
Ricambio annuo previsto di isolatori 7%;
Prezzo degli isolatori L. 3 a kV (is. a catena);
Densità dell'aria (media annua) = 1,18.

Si trascurano in quest'esempio la variazione del peso del ferro al variare della sezione e le perdite $a \cdot E^2$.

L'onere annuo risulta:

$$F(s, E) = \frac{10^6 \times 283}{s\, E^2} + 10{,}1\, E + 32\, s + \Big[1{,}85\, s^{\frac{1}{4}}\, E^2\ 157{,}5\, s^{\frac{5}{4}} - $$
$$- 34{,}2\, s^{\frac{3}{4}}\, E \Big]$$

dove il termine chiuso fra parentesi è da considerarsi solo per valori positivi cioè per E maggiore di $9{,}25 \cdot s^{\frac{1}{2}}$.

Le condizioni di minimo sono:

$$(B_1)\ -\frac{283 \times 10^6}{s^2\, E^2} + 32 + \left[0{,}462\, \frac{E^2}{s^{\frac{3}{4}}} + 197\, s^{\frac{1}{4}} - 25{,}6\, \frac{E}{s^{\frac{1}{4}}} \right] = O$$

$$(B_2)\ -\frac{566 \times 10^6}{s\, E^3} + 10{,}1 + \left[3{,}7\, s^{\frac{1}{4}}\, E - 34{,}2\, s^{\frac{3}{4}} \right] = O$$

La (B_1) ci dà per $E = 65$ kV . . . . $s = 48{,}64$ mm²
» $E = 72$ » . . . . $s = 56{,}1$ »

La (B_2) ci dà per $s = 48{,}64$ mm² . . . . $E' = 66{,}7$ kV
» $s = 56{,}1$ » . . . . $E' = 71{,}3$ »

Con la solita costruzione si ottiene per soluzione di massimo tornacento:

$$E'' = 69{,}8 \text{ kV} \qquad s'' = 54 \text{ mm}^2$$

Concludendo ci sembra che nella determinazione simultanea della tensione e sezione più convenienti per una linea elettrica di trasmissione non sia matematicamente giustificata l'ipotesi posta a base della memoria sopracitata che la tensione più conveniente sia senz'altro quella oltre la quale cominciano le perdite per effetto corona.

La trattazione analitica porta invece a tensioni che rispetto alla sezione adoperata sono per forti potenze da trasmettere superiori a quella limite e per piccole potenze ne sono inferiori, a seconda (com'era logico supporre) anche dei prezzi assunti a base del calcolo.

LETTERE ALLA REDAZIONE

Per l'applicazione della corrente continua alla grande trazione.

Abbiamo ricevuto e siamo lieti di pubblicare questa lettera che viene a confermare, con l'autorità di uno dei nostri maggiori costruttori, quanto scrivemmo nello scorso numero a commento della importante relazione Ferraris sulla ferrovia Lanzo-Ceres.

Spettabile Redazione dell'« Elettrotecnica »

Nella conclusione della sua conferenza sull'elettrificazione della Ferrovia Torino-Lanzo e della Tramvia Pinerolo-Perosa-Argentina il Prof. Ferraris, parlando della eventuale applicazione del sistema adottato per la Torino-Lanzo alla grande trazione sulle ferrovie di Stato, accennò alle possibili difficoltà che in tale applicazione si potrebbero presentare, difficoltà per la parte elettrica, sia per le sottostazioni che per le locomotive, e per la parte meccanica delle locomotive stesse.

Credo opportuno far seguire a tale accenno alcune considerazioni in merito all'interessante questione sollevata.

Mi si permetta anzitutto di ricordare che nel N. 26 (del 15 sett. 1918), dell'« Elettrotecnica » parlando delle difficoltà relative ai problemi che si presentavano da risolvere, per l'applicazione della corrente continua ad alta tensione alla trazione ferroviaria, io le elencavo come segue:

a) *Soppressione dei colpi di fuoco (flash-over) al collettore delle dinamo generatrici od almeno riduzione al minimo delle conseguenze dannose di tali colpi.*

b) *Costruzione di un interruttore di funzionamento sicuro anche sotto i corti circuiti più violenti.*

c) *Costruzione d'un controller semplice, di facile manutenzione e di sicuro funzionamento.*

Il Prof. Ferraris nella descrizione fatta dell'installazione della Torino-Lanzo e nell'esposizione dei risultati d'esercizio, ha constatato che in detto impianto i citati problemi furono risolti completamente. Ciò premesso nasce la domanda se i risultati della Torino-Lanzo sono tali da far ritenere che seguendo gli stessi principii adottati per detta linea, si possano aumentare notevolmente (al doppio ed oltre) le potenze delle sottostazioni e delle locomotive, ovvero è da prevedersi che pel fatto dell'aumento delle potenze, qualcuna delle difficoltà ricordate possa esaltarsi al punto da richiedere nuove radicali soluzioni del problema.

A tale domanda mi pare si possa rispondere affermativamente: l'esperienza della Torino-Lanzo autorizza a sostenere che i criterii ivi adottati, se applicati con sano criterio costruttivo e con le dovute modificazioni richieste dall'accresciuta potenza del macchinario, permettono di risolvere il problema dell'applicazione di detto sistema alla grande trazione ferroviaria.

Nessuno più di me è persuaso, per antica esperienza, che niente di più assurdo e pericoloso siavi quanto il ritenere che uno prova riuscita in piccolo possa avere successo ripetuta in grande scala. Ma nel caso della Torino-Lanzo non si tratta più di una prova in piccole proporzioni: le unità della sottostazione raggiungono il migliaio di cavalli ciascuna, le locomotive possono sviluppare oltre 600 HP. (in pratica hanno senza inconvenienti raggiunto gli 800 HP.).

Gli interruttori ivi installati hanno sempre funzionato, anche con corti circuiti netti, in modo tale da far ritenere, con quasi certezza, che il principio sul quale sono fondati costituisca vera-

mente la base sicura per la costruzione di interruttori ad alta tensione a corr. cont. anche per elevate potenze. Ricorderò a tale proposito che sulla Ferrovia Coira-Arosa a 2000 Volt corrente continua, le vetture automotrici della potenza di 400 HP furono munite per la prima volta di interruttori automatici costruiti appunto secondo lo stesso principio e diedero risultati soddisfacenti sotto ogni punto di vista: orbene l'applicazione di interruttori, opportunamente modificati ma basati sempre sullo stesso principio, a potenze di oltre 1000 HP, ed alla tensione di 4000 Volt sulla Torino-Lanzo corrispose pienamente all'aspettativa. Ciò che mi sembra dia diritto a concludere che, mutando opportunamente le dimensioni dell'apparecchio ed introducendo alcune modifiche, quali il buon costruttore saprà ideare e concretare, sarà possibile consentire senz'altro e con tutta tranquillità notevoli aumenti di potenza.

Quanto si verifica per questo tipo d'interruttore, mi ricorda il successo degli interruttori nell'olio per le correnti alternate: si brancolò dapprima nella ricerca di un buon interruttore a scatto nell'aria senza riuscire mai a trovare alcunchè di funzionamento comunque soddisfacente e sicuro, ma quando si pensò all'interruttore nell'olio e si ottennero i primi ottimi risultati, fu segnata la via da percorrere, ed il percorso fu rapidissimo e trionfale essendosi in pochi anni proceduti con successo dagli interruttori per poche migliaia di kilowatt e poche migliaia di Volt a quelli per decine di migliaia di kilowatt e per tensioni superiori ai centomila Volt.

Per quanto riguarda i motori, noto che quelli costruiti per le locomotive più potenti, dovendosi montarli sopraelevati, si troveranno in condizioni molto migliori e di più facile sorveglianza che non quelli della Torino-Lanzo che sono completamente chiusi e con dimensioni sacrificate, avendo dovuto collocarli sotto la cassa della locomotiva. Il buon funzionamento sarà perciò ugualmente, anzi meglio, assicurato.

Per il controller valgono le stesse considerazioni svolte per gli interruttori.

Per le dinamo tutto fa ritenere che gli artifici e le disposizioni adottate contro i colpi di fuoco siano di natura tali da valere anche per maggiori potenze dato, ripeto, l'ottimo risultato avuto con unità di una potenza già rilevante quale quella di 1000 HP.

Quanto alla parte meccanica delle locomotive, non abbiamo che a valerci dell'esperienza fatta in America e più ancora in Svizzera, dove si hanno appunto i motori sopraelevati a grande velocità che comandano gli assi ausiliari mediante ingranaggi molleggiati, assi che alla loro volta azionano le ruote motrici mediante bielle, ovvero motori sempre sopraelevati che comandano, mediante ingranaggi molleggiati, direttamente le ruote.

Tali soluzioni meccaniche sono ora portate ad un notevole punto di perfezionamento così da non offrire preoccupazione alcuna: la disposizione riesce certo meno semplice di quella a comando diretto dai motori mediante biella triangolare adottata dalle FF. SS. per le locomotive trifasi, ma presenta viceversa qualche altro non piccolo vantaggio quale ad esempio quello di attutire vibrazioni e togliere sforzi anormali dovuti a fenomeni di risonanza delle masse in movimento.

Mi pare quindi che si possa con tranquillità concludere col Prof. Ferraris che l'applicazione della corrente continua ad alta tensione a 4000 Volt, ora adottata per la Torino-Lanzo, alla grande trazione ferroviaria, se presenterà qualche difficoltà, questa verrà certamente risolta dai costruttori e dagli ingegneri delle FF. SS. e con successo.

Con stima

Ing. G. MERIZZI.

SUNTI E SOMMARI

APPLICAZIONI TERMICHE.

E. F. COLLINS — **Forni elettrici speciali per trattamento termico.** (General Electric Review, maggio 1920, pag. 433).

Sono stati studiati nell'intento di eseguire trattamenti termici su larga scala e su pezzi di grandi dimensioni, quali erano richiesti durante la guerra per i cannoni usciti dalla forgia e quali ora sono necessari per il grande fabbisogno di pezzi (ingranaggi, alberi a gomito, cuscinetti, assi) occorrenti alla manifattura degli automobili. Il forno elettrico si presta in massima allo scopo, ma per questa applicazione occorre che esso sia di grandi dimensioni, particolarmente robusto, regolabile e suscettibile di una produzione uniforme senza troppa sorveglianza.

Caratteristica di questo tipo di forno è di essere costituito da un complesso di elementi metallici collocati sulla parete della camera

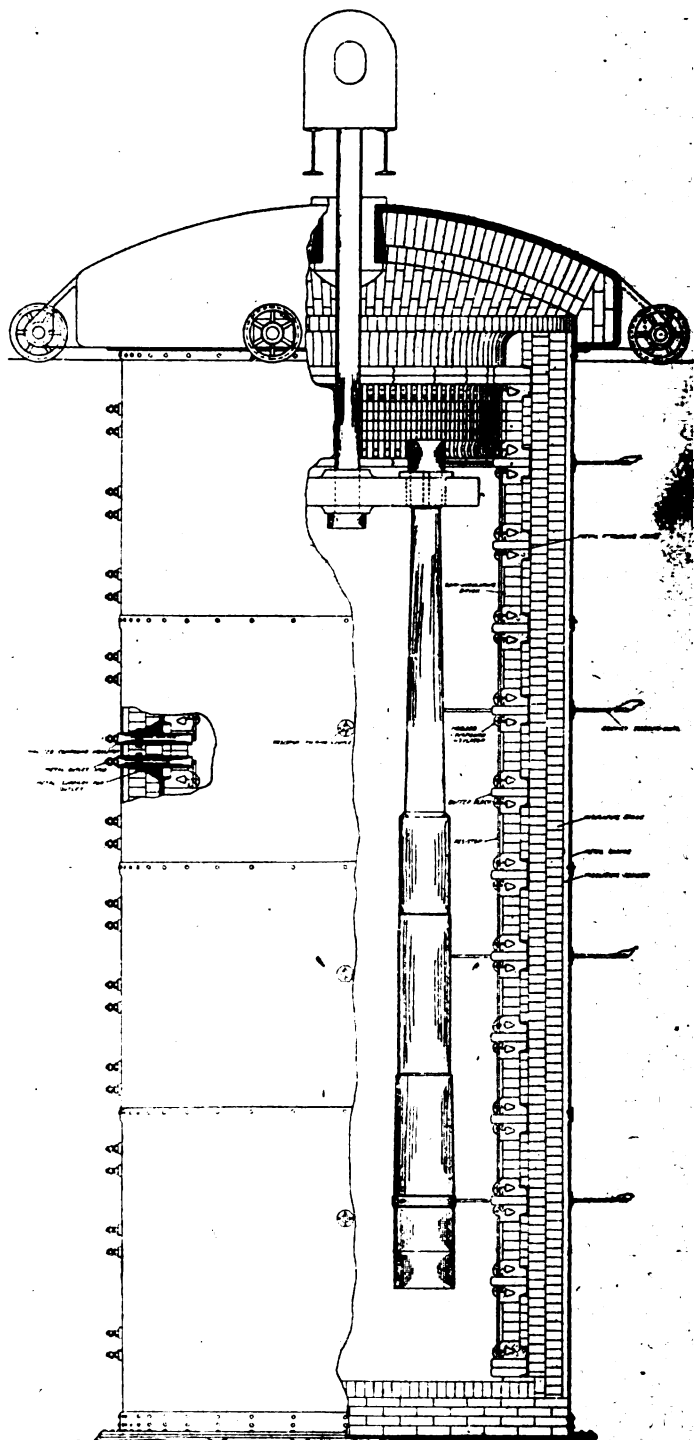



Fig. 1.

aperta di riscaldamento ed irraggianti liberamente verso questa il calore prodotto. Gli elementi, riuniti fra loro, costituiscono un nastro continuo meccanicamente assai resistente (larghezza anche di 5 cm, spes-

sore oltre 3 mm) assicurato alla parete mediante pezzi in aggetto di materiale refrattario. Si comprendono i vantaggi che offre questo forno su quello a muffola, sin qui usato, nel cui caso, per ottenere un riscaldamento rapido della carica occorre, realizzando un fortissimo gradiente termico, forzare in grande misura il passaggio del calore attraverso la muffola. Gli elementi scoperti richiedono minor temperatura, producono un riscaldamento più rapido e danno luogo ad una regolazione più pronta; dal punto di vista dell'efficienza il forno utilizza tanto il calore raggiante diretto, quanto quello riflesso.

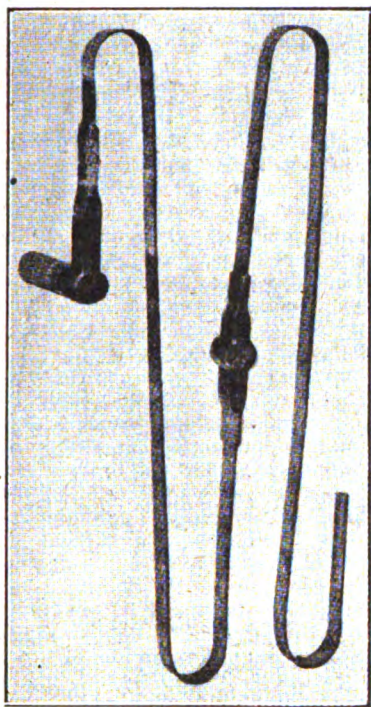
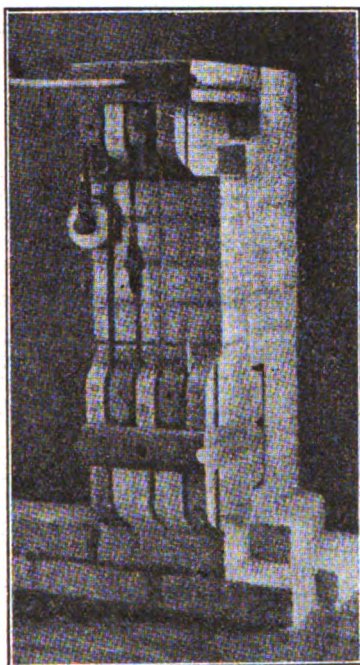
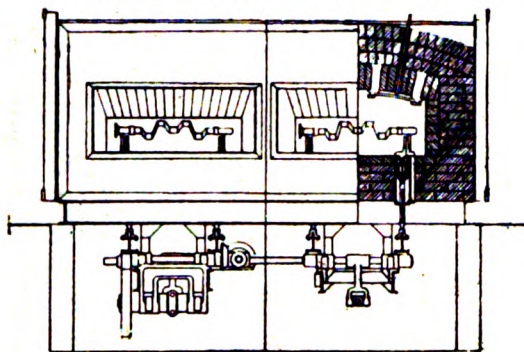



Fig. 2.

Fig. 3.

L'efficienza medesima è aumentata dal forte isolamento delle pareti e dalla possibilità di mantenere dappertutto la tenuta (di aria o gas) mediante un involucro esterno, com'è richiesto in certe operazioni.

La fig. 1 è la sezione di un forno verticale cilindrico usato per le artiglierie, le fig. 2 e 3 sono dettagli mostranti rispettivamente la conformazione del nastro (con giunti ad incastro saldati) ed il suo montaggio sulle pareti. I forni sono provvisti di istrumenti (montati sul pannello contenente tutti gli interruttori ed apparecchi di manovra appartenenti a ciascuna unità) per la regolazione e la registrazione della temperatura (con pinze termoelettriche a contatto dei vari punti della carica e del nastro). I risultati di una serie di prove industriali su questo forno (dimensioni interne 1,8 m di diametro per 7,3 m di altezza), per un riscaldamento a 790° C circa possono riassumersi così: potenza richiesta 400 kW, (Volt 440, 60 periodi) carica totale, compresi supporti, 30 t. circa, consumo totale d'energia 5840 kW-h, cioè circa 190 kW-h per tonn di materiale.

Fi . 5.

In pratica, un forno da 400 kW può sopportarne 600 con il vantaggio, le perdite termiche essendo pressochè le stesse, di aumentare la capacità di produzione, il rendimento e di abbreviare la durata dell'operazione. Dato che l'ambiente riscaldato è chiuso, ogni sottrazione di calore per sfuggita d'aria è evitata, la temperatura non tende ad aumentare verso l'alto (la trasmissione di calore avviene principalmente per irradiazione); la distribuzione di calore può essere perciò resa uniforme e mantenuta indefinitamente.

Nelle applicazioni industriali che comprendono il trattamento termico di pezzi non eccessivamente grandi o lunghi, il forno verticale può essere sostituito da quello orizzontale, costruito in base agli stessi principi, le varie forme di esecuzione differendo solo nei particolari costruttivi. L'autore menziona ed illustra i seguenti tipi già realizzati: 1) forno rettangolare per tempera di punzoni, dadi e frese; 2) piccolo forno con suola a carrello per ricottura di fusioni in acciaio; 3) forno annulare per trattamento di ingranaggi e simili, con parte centrale girevole su sfere e comandata da motore elettrico, tipo che sembra molto adatto per la minuteria, come maschi da viti, punte da trapano, ecc.; 4) forno a camera ribassata, parimenti circolare, per la tempera delle molle a balestra da automobili, con suola ruotante ed elementi riscaldanti sistemati sulla volta; 5) forno a trasporto automatico e con raffreddamento del pari automatico per produzione su larga scala di parti relativamente pesanti, come alberi a manovelle od assi (fig. 4 e 5), con trasportatore identico a quello per l'alimentazione dei forni-tipo a carbone.

Dal punto di vista della distribuzione della temperatura e regolazione, il forno cilindrico offre le migliori garanzie dato che gli elementi, tutti identici, disposti simmetricamente e percorsi dalla stessa corrente, ricoprono tutt'intera la superficie interna; anche coi forni orizzontali si può arrivare a condizioni di funzionamento assai prossime distribuendo gli elementi anzidetti tanto sulla volta che sulle pareti ed utilizzando convenientemente l'effetto di riflessione di queste.

La regolazione automatica fa risparmiare tempo ed energia, assicurando la costanza della temperatura e riducendo, coll'eliminare i sovrariscaldamenti, il consumo degli elementi e dei refrattari.

Al tipo di forno sopradescritto, creato per soddisfare alcuni bisogni delle industrie di guerra, sembra riservata una grande diffusione ed un grande avvenire anche in industrie di pace.

G. E.

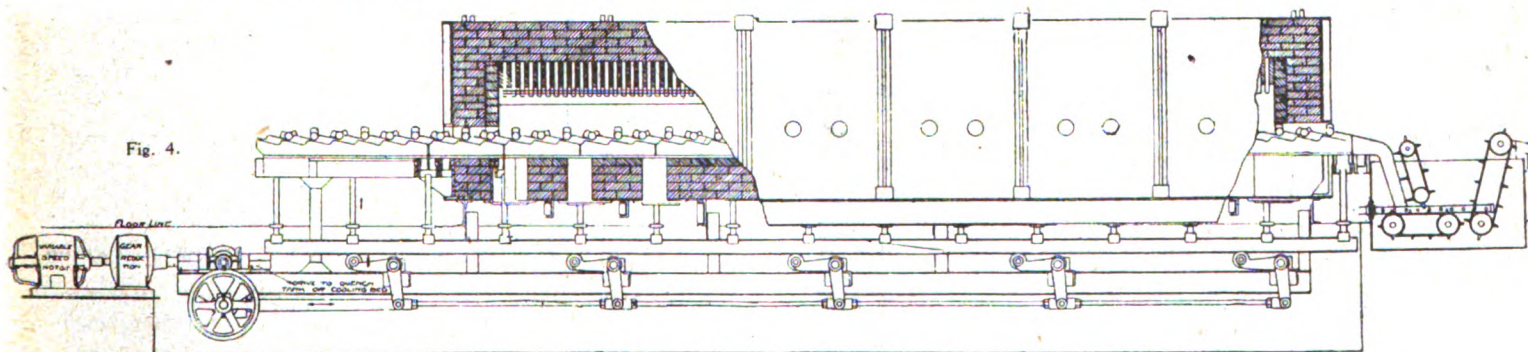



Fig. 4.

:: :: :: CRONACA :: :: ::

IMPIANTI.

Il nuovo impianto dell'Ozola. — Ha iniziato in questi giorni il suo funzionamento la Centrale di Predare: la prima di un gruppo di Centrali che la Società Idroelettrica dell'Ozola sta costruendo su questo torrente nell'Appennino Reggiano.

La caratteristica di questa Centrale consiste nell'essere costruita, oltre che per ricavare energia idraulica da un dato bacino, anche per servire da grande stazione convertitrice dell'energia a 42 periodi proveniente dalle Centrali Adamello in energia a 50 periodi destinata alle Società Elettriche della Regione Toscana.

Nella Centrale sono attualmente installati 2 gruppi; ciascuno dei quali è composto: di una turbina tipo Pelton di 4500 kW, di un alternatore a 50 periodi ed uno a 42 periodi, ciascuno della potenza di 6000 kVA e di un'eccitatrice coassiale.

Entro il corrente anno saranno installati altri due gruppi analoghi, ma con turbine da 6700 kW ed alternatori da 9000 kVA così che nella centrale di Predare saranno complessivamente installati 30 000 kVA a 42 periodi ed altrettanti a 50.

La tensione sugli alternatori è regolata tra 6000 e 7000 Volt e viene trasformata su entrambi i circuiti con trasformatori trifasi a 70 000 Volt circa.

Le turbine e la condotta forzata sono fornite dalla Società Franco Tosi; i trasformatori e gli alternatori sono della General Electric Company, gli interruttori e gli apparecchi di manovra sono in parte forniti dalla General Electric Company e in parte dal Laboratorio Ing. Magrini di Bergamo.

Attualmente la parte idraulica dell'impianto non è ancora in funzione (lo sarà fra circa tre mesi) ma intanto la Centrale già funziona adoperando i suoi gruppi come grandi convertitori di frequenza per immettere l'energia dell'Adamello nella Regione Toscana.

A questo scopo uno degli alternatori d'ogni gruppo, e cioè quello a 42 periodi, è disposto per poter essere avviato come motore asincrono grazie alla speciale costruzione del rotore ed all'impiego di un auto trasformatore di avviamento, ed il sistema ha bene corrisposto alle previsioni.

Riservandoci di ritornare in una più estesa descrizione sulle diverse particolarità tecniche della Centrale, abbiamo intanto desiderato di attirare l'attenzione su questo impianto per la sua caratteristica di organo di collegamento tra diverse regioni a frequenza diverse.

Dalla parte dei 42 periodi la centrale è infatti collegata alla estesa rete della Società Adamello che a sua volta è collegata colle reti della Edison, Conti, Bresciana, Trezzo ecc. ed entro qualche settimana sarà collegata a Bologna colle reti dell'Adriatica e, col tramite delle linee Breda, colle Centrali del Piemonte: mentre dalla parte dei 50 periodi è collegata colla Società Ligure Toscana sin d'ora, ed entro l'anno sarà collegata colla Società Mineraria Elettrica del Valdarno.

Una grande rete interregionale viene così ad essere sistemata che, senza essere arrestata nè dalle distanze (solo tra l'Adamello e la Centrale di Predare corrono 260 km di condutture) nè dalla differenza di frequenza, permette un'estesa compensazione fra energie alpine ed energie appenniniche, e scambi tra quasi tutte le regioni dell'Italia settentrionale e centrale.

:: LIBRI E PUBBLICAZIONI ::

ING. GUIDO PERI. — *Scienza e tecnica della illuminazione - Fotometria.* - (S. Lattes & Co. - Torino, Genova — Un volumetto in 16° di pag. 470, con 208 figure e molte tabelle - prezzo L. 26).

In questo volumetto, l'A. si è proposto di riunire tutto ciò che può d'ordinario occorrere ad un tecnico che si occupi di illuminazione. Il 1° ed il 2° Capitolo, che costituiscono come una introduzione al resto del libro, sono dedicati rispettivamente, alla esposizione di qualche punto di ottica-fisica, alle proprietà dell'occhio ed all'igiene della visione; in un terzo capitolo sono descritti i tipi principali di lampade elettriche: nel 4° e più tardi nel 6° capitolo, si parla delle grandezze fotometriche; nel 5° si tratta della legge di Lambert e del calcolo della irradiazione delle sorgenti primarie e secondarie di luce; nel 7° sono esposti alcuni metodi che permettono il calcolo del flusso luminoso emesso dalle sorgenti di luce e della loro intensità media, ove sia noto l'andamento, nelle varie direzioni, della intensità vera. I metodi di calcolo della illuminazione che si ottiene con una data distribuzione di sorgenti di luce formano l'oggetto dei capitoli 8°, 9° e 10°; il lungo capitolo 11° è dedicato invece alla misura delle intensità luminose e della illuminazione, e contiene la descrizione, sufficientemente particolareggiata, di molti tipi di fotometri. Il capitolo successivo esamina l'influenza dei riflettori, globi di vetro, rifrattori ed accessori analoghi sopra la forma della superficie fotometrica delle sorgenti di luce, sul calore della luce e sopra l'andamento della illuminazione prodotta; finalmente, i due ultimi capitoli del libretto tornano a studiare, con maggiori particolari, l'illuminazione degli ambienti chiusi e quella delle strade e piazze. Numerose figure e frequenti tabelle numeriche, riassumendo i risultati di varie pubblicazioni in lingue straniere, rendono più utile il volumetto, dispensando generalmente il lettore da ricerche bibliografiche non sempre agevoli.

Da questi brevissimi cenni può già dedursi che veramente l'A. ha toccato la maggior parte degli argomenti che si riferiscono alla illuminazione artificiale; e, guidato dalla pratica professionale, non ha omesso una quantità di notizie, di consigli, di esempi numerici che il lettore, specie se un po' nuovo, troverà assai utili. Si tratta dunque, veramente, d'un buon libro; e siamo tanto più lieti di dirlo, in quanto, recentemente, non potemmo davvero asserire la stessa cosa nei riguardi di un'altra pubblicazione sullo stesso argomento, pure italiana.

L'A. vorrà tuttavia permetterci qualche osservazione, dettata dalla sincerità che riteniamo sempre doverosa verso i nostri lettori. Il libro si occupa essenzialmente della *tecnica* della illuminazione. Perchè, allora, promettere al lettore anche una « Scienza » della illuminazione, quando poi il libro non ne contiene che pochi cenni, rudimentali e incompleti? Nei riguardi, poi, della tecnica, il volumetto avrebbe certo guadagnato se un po' più di spirito critico avesse presieduto alla raccolta della materia, alla sua distribuzione nei vari capitoli e, sopratutto, alla sua elaborazione; l'A. avrebbe così potuto evitare qualche inesattezza e qualche lacuna, dando insieme al lettore una idea più organica e più rispondente al vero di certe delicate questioni.

Ed a queste osservazioni, malgrado le quali il manuale conserva un sicuro e notevole valore pratico, una sola domanda vogliamo aggiungere: perchè l'A., che pure non trascura qualche lavorucolo straniero di importanza meno che modesta, omette del tutto ogni cenno a quanto è stato fatto in Italia, per opera di Enti tecnico-scientifici e di studiosi, per contribuire al progresso di alcune questioni direttamente collegate coll'argomento del libro?

Associazione Elettrotecnica Italiana

Eretta in Ente morale il 3 Febbraio 1910

CONSIGLIO GENERALE.

VERBALE DELLA SEDUTA 12 NOVEMBRE 1920 - ROMA

ORDINE DEL GIORNO.

1) Comunicazioni della Presidenza.
2) Statistica degli Impianti Elettrici.
3) « L'Elettrotecnica » provvedimenti finanziari - Bilanci.
4) Bilanci dell'A. E. I. Consuntivo 1919 - di Assestamento 1920, - preventivo 1921, - Proposta della Presidenza di elevare le quote dovute dalle Sezioni alla Sede Centrale per ciascun Socio.
5) Riunioni 1921 - Organizzazione Lavori - Sede.
6) Nomina dei delegati dell'A. E. I. al Comitato Elettrotecnico Italiano.
7) Varie.

Presiede il Prof. Lorenzo Ferraris, Pres. Gen., funge da Segretario l'Ing. Angelo Bianchi, Segr. Gen., sono presenti i sigg. Prof. G. Revessi, Prof. G. Sartori, Ing. G. Semenza, Vice Presid. Gen., e i Sigg. Prof. R. Arnò, Ing. G. Banfi, Ing. G. Bonomi, Ing. G. Cenzato, Prof. O. M. Corbino, Ing. L. De Andreis, Ing. U. Del Buono, Ing. G. Fano, Ing. G Marchesi, Ing. G. Rebora, Ing. A. Silva, Prof. G. C. Vallauri, Ing. P. Verole, Consiglieri. Si scusarono i Sig. Ing. E. Ammirato, Ing. G. Carazzolo, Ing. G. Chiesa, Ing. V. Locarni, Dr. A. Pirelli, Ing. A. Pitter, Ing. E. Soleri, Ing. V. Tedeschi.

1) – Comunicazioni della Presidenza.

Prof. L. Ferraris, Pres. — Apre la Seduta rivolgendo un saluto ai convenuti.

Nell'occasione della votazione per le cariche della Presidenza Generale la Presidenza ha in animo di proporre alcune *modificazioni allo Statuto.*

La prima di esse ha origine dal fatto che l'Ufficio Centrale è ora retto dal Segretario Generale che non ha personale di aiuto di concetto. Ciò richiede quindi la sua assistenza ininterrotta; in caso di sua assenza, il funzionamento dell'Ufficio si arresta e ciò senza tener conto che il Segretario Generale è sovraccarico di lavoro. Se si dovesse dargli un impiegato adeguato si incorrerebbe in una spesa notevole; si è pensato quindi di nominare un *Vice-segretario Generale* al quale anche si accorderebbe un compenso limitato come aiuto alla Direzione dell'Ufficio Centrale. Chiedo al Consiglio se è d'avviso di sottoporre a referendum la istituzione di tale carica.

Il Consiglio approva.

Prof. Ferraris, Pres. — Un'altra modificazione allo Statuto che desidero porre in votazione dovrebbe fissare definitivamente l'importo della quota che le Sezioni devono versare alla Sede Centrale per ciascun socio. Già abbiamo fatto vari aumenti, stabilendoli con semplice votazione d'Assemblea date le condizioni instabili dei tempi trascorsi. Oggi ci pare che possiamo fissare delle cifre definitive e consolidarle modificando lo Statuto con votazione per referendum. E per lasciar una certa latitudine propongo che le nuove quote non siano quelle di L. 30 e 60 rispettivamente pei soci individuali e per quelli collettivi quote prese a base del preventivo del 1921 e colle quali a malapena si toccava il Bilancio, ma siano aumentate rispettivamente di L. 5 e 10 e cioè portate al valore definitivo di L. 35 e 70.

Prego il Consiglio di esprimere il suo avviso se sottoporre a referendum pure questa proposta.

Il Consiglio approva.

Prof. Ferraris, Pres. — L'ultima modificazione che si propone riguarda i soci vitalizi e perpetui. L'attuale Statuto stabilisce le categorie dei soci vitalizi individuali e collettivi e quella dei soci perpetui collettivi.

I rispettivi contributi sono di L. 500 e 750 rispettivamente pei soci vitalizi individuali e collettivi e di L. 1000 pei soci perpetui da versarsi una volta tanto. Tali somme devono suddividersi in parti uguali fra la Sezione e la Sede Centrale e costituire fondi inalienabili di cui non si possono fruire che gli interessi.

Finora di tali soci non ce ne sono. Si ebbe recentemente qualche domanda, ma si credette bene di pregare i richiedenti di rinunciare, non volendosi creare per 2 o 3 soci la nuova categoria che implica elenchi speciali, contabilità speciale, e che rende, dato l'aumento delle quote, meno di quella dei soci normali. Si presenta quindi il problema se eliminare tale categoria o aumentare le quote.

Ing. G. Semenza — Non so se l'abolizione dei soci vitalizi sia utile; ad es. un socio che si trovi all'estero potrà trovare più comodo un versamento unico fatto una volta tanto; perciò si potrebbe stabilire che la quota dei soci vitalizi sia uguale alla quota annuale capitalizzata, e sia suscettibile di aumenti in caso di aumenti della quota annuale. Così l'Associazione non avrebbe nulla da perdere.

Ingg. Banfi e Piazzoli — Sono per l'abolizione di tali categorie.

Ing. Rebora — Anche il Touring ha abolita tale categoria.

Prof. Vallauri — Richiama il Consiglio alla necessità di formare un patrimonio dell'A. E. I. Già ebbe ad accennare alla opportunità di lasciti. Egli è certo che con vigorosa propaganda si potrebbero iscrivere molti soci vitalizi con quota molto elevata. Le quote dovrebbero spettare alla Sede Centrale che dovrebbe indennizzare annualmente la Sezione corrispondente per la mancata porzione del contributo che le spetterebbe.

Prof. Ferraris, Pres. — Si tratterebbe quindi di soci che pagherebbero di più di quanto corrisponde alla capitalizzazione della quota — cosa questa non veramente da soci vitalizi, ma piuttosto da soci benemeriti.

Ing. Banfi. — Dobbiamo partire dalla capitalizzazione della quota annuale. Moltiplicare questa per 25 poi aumentarla se del caso.

Ing. Silva. — Propone l'istituzione di soci benemeriti con una quota non inferiore a L. 1000.

Ing. G. Semenza. — Capitalizzando una quota media di L. 50 si arriverebbe a una quota di L. 1250. Aumentando questa di molto portandola ad es. sulle 5000 lire ben pochi sarebbero i nuovi soci; per ottenere una buona iscrizione si potrebbe fissare una cifra da L. 2000 a 2500.

Prof. Ferraris, Pres. — Più che la tenuità della quota influirà una buona propaganda e l'iniziativa presso i soci nel concetto che si ha bisogno di fondi. Propone di porre a referendum che si fissi una quota pei soci vitalizi individuali di L. 2000, e di L. 5000 pei soci perpetui (collettivi); che il capitale vada tutto alla Sede Centrale per costituire un fondo e che la Sede Centrale abbia a versare annualmente alla Sezione alla quale il Socio appartiene la differenza fra il contributo che il socio avrebbe dovuto versare come socio normale e la quota che la Sezione avrebbe dovuto corrispondere per esso alla Centrale stessa.

Il Consiglio approva.

2) – Statistica impianti elettrici.

Il Presidente legge le seguenti notizie dell'Ing. Comboni, Direttore dell'Ufficio Statistica Impianti Elettrici:

Dal Luglio ad oggi fu continuato il lavoro di aggiornamento e correzione di ciascuno dei due volumi della Statistica.

Per I° Volume si trasportarono i dati nel casellario, per oltre 2000 Comuni, e continua l'aggiornamento per i Comuni minori.

Pel II° Volume si continua l'aggiornamento dei dati delle Centrali, ed anche questa volta come sempre si deve deplorare l'apatia delle Società le quali non si curano di rispondere alle ripetute richieste, malgrado che tutto il loro lavoro si riduca a riempire il noto modulo coi dati principali di fatto dei loro impianti, perchè si mandano a loro anche le buste di risposta coll'indirizzo preparato!

Sino ad oggi sono state interpellate 240 Società per oltre 390 Centrali. Risposero sinora solamente 45 Società per 92 Centrali. Non hanno quindi ancora risposto 195 Società per 298 Centrali.

Per gli impianti di Comuni l'Ufficio Statistica ha inviato richiesta di accertamento di dati ad oltre 400 Comuni ed ha in corso l'invio ad altri circa 1000 Comuni.

Si ha pronta quindi la maggior parte del materiale occorrente sia per la pubblicazione di appendice ad ogni volume coi dati aggiunti e corretti, sia per una nuova edizione a seconda dell'opportunità di cui giudicherà la Presidenza.

Atlante degli Impianti Italiani: Per quanto riguarda la preparazione di questa pubblicazione, che potrebbe essere fatta a sè o come appendice al II Vol., l'Ing. Comboni, in seguito ad istruzioni della Presidenza ha già avuto un primo convegno col Comm. Jacobini del Consiglio Superiore delle Acque, col quale prese accordi in linea di massima, per la parte tecnica della compilazione; accordi che saranno concretati e continuati col Sig. Ing. Novi che sostituisce il Comm. Jacobini, ora in missione all'estero. Intanto l'Ufficio continua la preparazione del materiale che contribuirà alla formazione delle carte di detto Atlante.

Per la parte finanziaria di detta pubblicazione da farsi in collaborazione col Consiglio Superiore delle Acque, la Presidenza prenderà gli opportuni accordi.

Ing. Semenza. — Prega il Consiglio di unirsi a lui nell'inviare il più vivo plauso all'Ing. Comboni (si approva).

Quanto alle Società che non rispondono alle richieste dell'Ufficio Statistica rifiutandosi dal rendere completa un opera tanto necessaria al paese, esse dovrebbero venir stigmatizzate rendendone pubblici i nomi, ad es., col nostro giornale.

3) – Bilanci dell'«Elettrotecnica».

Vengono presentati e letti i bilanci a stampa dell'Elettrotecnica.

Ing. Piazzoli. — Propone un plauso sentito alla Redazione dell'Elettrotecnica.

Il Consiglio applaude vivissimamente e il Prof. Vallauri ringrazia a nome suo e dei colleghi.

Prof. Vallauri. — La Redazione di fronte alle difficoltà finanziarie del giornale ha discusso nel suo seno la nota questione se proporre il consolidamento di una quota per socio — o la soppressione del diritto gratuito al giornale e la istituzione dell'abbonamento. Visto però che la Sede Centrale ha di molto aumentato il fondo destinato all'Elettrotecnica, si è deciso di rinunciare a tali proposte.

Ing. A. Silva. — Propongo che il plauso venga concretato e che ciascuno di noi si impegni a pagare l'abbonamento all'infuori del contributo come fu ventilato dal collega Vallauri.

Ing. Del Buono — Il giornale deve esser dato gratuitamente a tutti i soci; provvederemo coi contributi qualunque sia la somma richiesta.

Prof. Ferraris, Pres. — Per quest'anno abbiamo provveduto, speriamo convenientemente; a suo tempo quando le cose si saranno stabilizzate si potrà fissare una quota per socio da versarsi annualmente all'Elettrotecnica.

I Bilanci vengono approvati.

Ing. G. Rebora. — Si permette di osservare, portando qualche esempio, che qualche volta nell'Elettrotecnica sono comparse affermazioni che, utili forse fra noi, possono ledere presso l'estero il nostro prestigio; l'Ing. Rebora segnala qualche esempio.

Prof. G. Vallauri. — Senza essere d'accordo coll'Ing. Rebora su tutti i punti da lui toccati, terrà il massimo conto dell'osservazione. Ringrazia l'Ing. Rebora e prega vivamente i soci che avessero appunti a fare in merito al giornale di comunicarli alla Redazione che ne sarà ben lieta.

4) – Bilanci dell'A. E. I. (vedi pag. 478).

Esaminati i bilanci il Consiglio li approva, colla modificazione che le quote dovute dalle Sezioni alla Sede Centrale per ciascun socio anzichè di L. 20 e 40 per socio individuale e collettivo saranno portate rispettivamente a L. 35 e L. 70.

Il Consiglio approva i bilanci.

RENDICONTO DELL'ANNO SOCIALE 1919

BILANCIO CONSUNTIVO ESERCIZIO

	RENDITE	Preventivo 1919	CONSUNTIVO					
	a) **Ordinarie:**							
1	Contributi delle Sezioni:							
	Bologna L.		2370	—				
	Catania »		1080	—				
	Firenze »		2145	—				
	Genova »		1852	50				
	Livorno »		2160	—				
	Milano »		14807	50				
	Napoli »		4230	—				
	Palermo »		510	—				
	Roma »		6577	50				
	Torino »		4995	—				
	Trento »		735	—				
	Trieste »		1147	50				
	Veneta »	38000.—	1365	—	43975	—		
2	Vendita Pubblicazioni A. E. I. »	200.—			1046	75		
3	Distintivi sociali »	—			16	50		
4	Interessi »	800.—			1206	10		
5	Varie »	—			756	03		
	TOTALE RENDITE ORDINARIE L.	39000.—					47000	38
	b) **Straordinarie:**	—					—	—
	TOTALE RENDITE L.	39000.—					47000	38

Ottobre 1920

	SPESE	Preventivo 1919	CONSUNTIVO			
	a) **Ordinarie:**					
1	Al giornale *L'Elettrotecnica* L.	20000.—	20000	—		
2	Elenco generale dei Soci »	3000.—	1694	75		
3	Biblioteca centrale »	600.—	978	10		
4	Ammin. (Stip., Tasse, Canc., Postali, Affitto, Risc. ecc.) »	7500.—	11152	47		
5	Pubblicazioni speciali A. E. I »	300.—	—	—		
6	Riunione annuale »	1000.—	—	—		
7	Spese ferroviarie della Presidenza »	500.—	—	—		
8	Spese per commissioni »	200.—	72	60		
9	Propaganda soci »	500.—	220	95		
10	Varie »	200 —	—	—		
11	Distintivi sociali »	—	385	—		
	TOTALE SPESE ORDINARIE L.	33800.—			34503	87
	b) **Straordinarie:**					
1	Statistica Impianti Elettrici »	1500.—	3500	—		
2	A disp. per event. disav. dell'*Elettrotecnica* »	3000.—	8000	—		
3	Contributo Comitato Nazionale S. T. »	—	200	—	11700	—
	TOTALE SPESE L.	38300 —			46203	87
	AVANZO ESERCIZIO 1919 »	700.—			796	51
	L.	39000.—			47000	38

STATO PATRIMONIALE ALLA CHIUSURA DELL'ESERCIZIO 1919

PATRIMONIO alla chiusura dell'Esercizio 1918 L.	19604	75	
AVANZO ESERCIZIO 1919 »	796	51	
	20401	26	
Sopravvenienze attive »	419	50	
PATRIMONIO al 31 dicembre 1919			20820 76
di cui investito in Rendita Ital. Cart. N. 604. 195 »	15666	25	
crediti presso la Banca, ecc. »	5154	51	
L.	20820	76	

Fondo sottoscrizione per ricordo a Pacinotti L. 438,21).

Si inscrivono per memoria: Mobilio, Distintivi sociali, Periodici ricevuti in cambio, Pubblicazioni sociali in magazzino.

IL SEGRETARIO GENERALE A. BIANCHI — IL PRESIDENNE GENERALE L. FERRARIS — IL CASSIERE G. COMBONI

I Revisori dei Conti: ING. P. FERRERIO - ING. A. LURASCHI - PROF. ING A. QUADRIO

PREVISIONE D'ASSESTAMENTO DELL'ANNO 1920

BILANCIO PREVENTIVO » 1921

	RENDITE	Consuntivo 1919		Previsione assestamento 1920		Preventivo 1921	
	a) **Ordinarie:**						
1	Contributo Sezioni L.	43975	—	65000	—	100000	— (1)
2	Proventi Pubblicazioni A. E. I. »	1046	75	1500	—	1500	—
3	Distintivi sociali »	16	50	—	—	—	—
4	Interessi »	1206	10	1200	—	1200	—
5	Varie »	756	03	—	—	—	—
	TOTALE RENDITE ORDINARIE L.	47000	38	67700	--	102700	—
	b) **Straordinarie:**	—	—	—	—	—	—
	TOTALE RENDITE L.	47000	38	67700	—	102700	--

Ottobre 1920

	SPESE	Consuntivo 1919		Previsione assestamento 1920		Preventivo 1921	
	a) **Ordinarie:**						
1	Al giornale *L'Elettrotecnica* L.	20000	—	35000	—	65000	—
2	Elenco generale dei Soci »	1694	75	—	—	3000	—
3	Biblioteca Centrale »	978	10	1000	—	1000	—
4	Riunioni »	—	—	1000	—	1000	—
5	Amministrazione (Stip. Tasse, Canc., Postali, Affitto, Riscaldam. ecc.) »	11152	47	12000	—	15000	—
6	Concorso spese per Manuale operai elettr. »	—	—	4000	—	4000	—
7	Pubblicazioni speciali dell'A.E.I. »	—		600	—	1500	—
8	Spese della Presidenza Generale »	—	—	—	—	3000	—
9	Spese per Commissioni »	72	60	100	—	500	—
10	Propaganda soci »	220	95	500	—	500	—
11	Mobili »	—	—	1000	—	1000	—
12	Distintivi sociali »	385	—	—	—	—	—
13	Imprevisti »	—		500		500	—
	TOTALE SPESE ORDINARIE L.	34503	87	55700	—	96000	—
	b) **Straordinarie:**						
1	Statistica Impianti Elettrici	3500	—	3000	—	3000	—
2	Contributo Comitato Nazionale S. T. »	200	—	200	—	200	—
3	A dispos. per coprire disavanzo dell'Elettr. »	8000	—	5000	—	—	—
4	Elezioni Presidenza Generale »	—	—	1500	—	—	—
	TOTALE SPESE L.	46203	87	65400	—	99200	—
	AVANZO »	796	51	2300	—	3500	—
	L.	47000	38	67700	—	102700	—

(1) N.B. Il preventivo pel 1921 ha per base un aumento di L. 10 e di L. 20 delle quote dovute dalle Sezioni per ciascun Socio rispettivamente individuale e collettivo, e ciò per coprire le ingenti spese per la pubblicazione dell'*Elettrotecnica*. Però, in vista del continuo crescere degli oneri del Giornale, la Presidenza si riserva di proporre all'Assemblea di aumentare tale quota rispettivamente di altre L. 5 e 10.

IL SEGRETARIO GENERALE A. BIANCHI — IL PRESIDENTE GENERALE L. FERRARIS — IL CASSIERE G. COMBONI

5) – Nomina dei Delegati dell'A. E. I. nel Comitato Elettrotecnico Italiano.

In seguito a discussione in cui emerge il concetto di rinominare quei membri che hanno contribuito ai lavori del Comitato, vengono eletti i Signori Arcioni Ing. V., Ascoli Prof. M., Barbagelata Prof. A., Belluzzo Prof. G., Carcano Ing. F. E., Catenacci Ing. G., Clerici Ing. C., Corbino Prof. O. M., Del Buono Ing. U., Dina Prof. A., Ferraris Prof. L., Grassi Prof. G., Lombardi Prof. L., Lori Prof. F., Mengarini Prof. G., Morelli Prof. E., Norsa Ing. R., Rebora Ing. G., Semenza Ing. G., Vallauri Ing. R., Vannotti Ing. E.

6) Riunione 1921.

Prof. Ferraris, Pres. — Si dovrebbe ora decidere sulla opportunità di tenere nel venturo anno una o due Riunioni e sulla rispettiva Sede. Come è noto abbiamo una promessa per una Riunione in Sicilia e pure si è già un po' studiata una Riunione in Sardegna. Ritengo però per delicatezza di lasciare ogni proposta al mio successore.

Piuttosto occorrerà fin d'ora cominciare ad organizzare la parte tecnica. Propongo quindi che a tale scopo si nomini una Commissione di cui faccia parte la Redazione del Giornale.

Il Consiglio approva.

Prof. Arnò. — Rivolge un affettuoso saluto al Presidente uscente Prof. Ferraris. Il Consiglio si unisce con vivissimo plauso.

Prof. Ferraris, Pres. — Ringrazia sentitamente il Prof. Arnò ed il Consiglio e toglie la seduta.

Il Segretario — Ing. Bianchi

Il Presidente — L. Ferraris

VERBALE DELLA SEDUTA 17 APRILE 1921 - ROMA

Presiede il Presidente Generale Ing. Del Buono, funge da Segretario il Segretario Generale Ing. A. Bianchi.

Sono presenti i Signori Ferraris Prof. L., Cenzato Ing. G., Rebora Ing. G., Vice Presidenti Generali; Ing. M. Mortara Segretario della Presidenza, Grassi Prof. G., Lombardi Prof. L., ex Presidenti Generali, e i Consiglieri Signori Ingg. Ammirato G., Barbagelata A., Banfi E., Bonomi G., Bonghi M., Bordoni U., Civita D., De Angeli R., Dessy F., Di Pirro G., Melazzo di S. Giorgio G., Pasqualini L., Pitter A., Silva A., Soleri E., Trossarelli O., Vallauri G. C., Verole P., Consiglieri; si scusarono i Signori Ing. O. Arena, Ing. A. Buongiovanni, Dr. R. Capraro, Ing. L. De Andreis, Ing. P. Liquori, Ing. E. Piazzoli, Ing. A. Picchi, Dr. A. Pirelli, Ing. R. Salvadori.

ORDINE DEL GIORNO.

1) Comunicazioni della Presidenza.
2. Programma dei lavori dell'Associazione:
   a) Provvedimenti per i Congressi,
   b) Provvedimenti per le Sezioni;
   c) Corrispondenti all'estero,
   d) Istituzione del Comitato Idrotecnico Italiano,
   e) Commissioni di studio,
   f) Provvedimenti diversi.
3). Riunione Annuale.
4). Modificazioni del Regolamento.
5). Deliberazioni in merito all'azione da svolgersi nei riguardi dei nuovi progetti legislativi in materia di elettricità.
6). Deliberazioni in merito al concorso per il manuale di elettricità.
7). Premio Jona.
8). Commissione pro Industria Nazionale.
9). Nomina di due delegati nel Comitato Elettrotecnico
10). Approvazione Norme per gli isolatori (vedi l'Elettrotecnica N. 9 - 1921).
11). Varie ed eventuali.

Ing. Del Buono, Pres. — Porge il proprio saluto agli intervenuti. Conscio della grave responsabilità della carica conferitagli, assicura i colleghi che, ispirandosi all'opera dei predecessori, dedicherà ogni sua attività all'Associazione, facendo il maggior assegnamento sulla collaborazione del Consiglio e dei Soci tutti.

Partecipazione degli ex Presidenti Generali al Consiglio Generale.

Ing. Del Buono, Pres. — Trovandosi in Roma i Signori Prof. Grassi e Lombardi ex Presidenti della nostra Associazione ho creduto di pregarli di voler assistere al nostro Consiglio, e ringraziandoli del loro intervento, porgo loro il saluto il più deferente e cordiale.

Ing. Rebora. — Si associa al Presidente Generale, e propone anzi che venga stabilito fin d'ora che gli ex Presidenti Generali facciano parte del Consiglio, salvo sottoporre la relativa modificazione dello Statuto nella prossima occasione di votazione generale.

Il Consiglio approva.

Il Prof. Grassi, anche a nome degli altri ex Presidenti, ringrazia vivamente.

1) Comunicazioni della Presidenza.

Vice Segretario Generale. — Il Vice Segretario eletto colle recenti votazioni ha dovuto dare le proprie dimissioni data la necessità di lasciare Milano sede dell'Ufficio Centrale. La Presidenza ha quindi creduto di affidare ad altri questo incarico, senza indire una nuova votazione designando il Sig. Ing. Pedrazzini valente tecnico delle Ferrovie dello Stato. Propone al Consiglio di sanzionare tale nomina.

Il Consiglio approva.

Congresso Forestale e del Carbone bianco ad Udine. — La nostra Associazione doveva, come i soci sanno, partecipare ad un Congresso del carbone bianco in Udine, promosso dalla Società Pro Montibus, da tenersi questa primavera. Il Congresso per ora venne sospeso; si ridurrà in seguito probabilmente ad una riunione che tratterà di questioni forestali; a tale riunione la Presidenza dell'A. E. I. si riserva di partecipare, se del caso.

Fondazione Esterle. — Come i soci avranno rilevato anche dall'Elettrotecnica, è instituita una Fondazione Esterle che ha fra i vari scopi anche quello di assegnare un premio triennale Carlo Esterle (non superiore a L. 100 000) all'italiano o agli italiani più benemeriti del progresso scientifico o pratico nel campo dell'elettricità o delle sue applicazioni in Italia.

La Fondazione deve essere amministrata da un Consiglio di cui due Membri devono venire eletti dal Consiglio Generale dell'A. E. I. - Il Presidente prega il Consiglio di voler procedere a tale nomina.

Il Consiglio nomina a tale ufficio i Signori Prof. L. Ferraris ed il Sen. O. M. Corbino.

Ing. Silva. — Propone che la Presidenza esprima al Sen. Corbino le condoglianze del Consiglio per un grave lutto che lo ha colpito. — Il Consiglio approva.

Commissione di standardizzazione. — La Presidenza dell'A. E. I. ha appoggiato la iniziativa del C. N. S. T. presso il Ministero dei Lavori Pubblici, chiedendo che nel caso in cui il Ministero addivenisse alla costituzione di una apposita Commissione nazionale per la standardizzazione, tanto l'A. E. I., quanto il Comitato Eletrotecnico, fossero in essa ufficialmente rappresentati e le venne assicurato che il suo desiderio verrà accolto.

Comitato dell'Illuminazione.

Ing. Del Buono, Pres. — Il Comitato dell'Illuminazione ha chiesto un fondo di L. 2500 che con altre somme date dall'A. E. I. E. e dai gasisti devono coprir le spese della partecipazione del Comitato ad una riunione della Commissione Internazionale.

Prof. Ferraris. — Propone che si svolga un'azione presso i Ministeri per ottenerne un contributo.

Ing. Del Buono, Pres. — Accetta la raccomandazione.

Il Consiglio approva la spesa.

Prof. Lombardi. — Avendo qualche Membro del Consiglio chieste notizie in merito al lavoro di questo Comitato, informa come esso ha già tenute quattro sedute occupandosi fra l'altro di un vocabolario fotometrico; gli elettrotecnici e i gasisti hanno preparato ciascuno la loro parte; devono ora riunire quanto fatto in un vocabolario unico che verrà probabilmente presentato alla prossima Riunione Internazionale.

Ing. Del Buono, Pres. — Ringrazia per le notizie e ritiene che sarà opportuno un cenno in merito a tali lavori sull'Elettrotecnica.

XXV° Anniversario della fondazione dell'A. E. I.

Ing. Del Buono, Pres. — Si avvicina la data del XXV° anniversario della istituzione dell'A. E. I. Converrà solennizzarla degnamente. Come è noto si ebbe in Ginevra una prima adunanza di alcuni elettrotecnici il 7 Agosto 1896. Seguì il 20 Settembre una seduta a Genova con approvazione di uno schema di Statuto; infine il 27 Dicembre 1896 si tenne l'Assemblea Generale costitutiva in Milano; quale data dovremo considerare?

Ing. Silva. — Quella della Assemblea di costituzione e cioè il 27 Dicembre 1896.

Prof. Ferraris. — Si avrebbero troppe difficoltà nel riunire pel 27 Dicembre i Soci. Ritiene si debba aver di mira l'anno e non il giorno.

Ing. Dessy. — Propone che si associ la commemorazione della fondazione dell'A. E. I. con quella della morte di Galileo Ferraris, che cade nel Febbraio 1897.

Ing. Soleri. — Informa che la Sezione di Torino che ebbe G. Ferraris come primo Presidente ha deliberato di fare una solenne commemorazione inaugurando anche un busto nella sede.

Ing. Del Buono, Pres. — Vorrebbe si tenesse la commemorazione di G. Ferraris a Torino e quella dell'A. E. I. in occasione di una Riunione Annuale, a Padova, ad es. dove l'anno venturo verrà probabilmente tenuto il nostro Congresso. La Riunione dovrebbe essere solenne, si dovrebbe coniar una medaglia commemorativa, stampar un numero speciale dell'Elettrotecnica colla storia dell'A. E. I., ecc. Un'apposita Commissione potrà occuparsi dell'organizzazione.

Prof. Ferraris. — Poichè la Riunione del 1922 sarà a Padova nell'occasione del Centenario di quella Università e vi in-

terverranno notabilità estere, queste potranno venir invitate alla nostra Commemorazione.

Ing. Civita. — Facendo la Commemorazione del XXV° Anniversario dell'A. E. I. nella prossima Riunione di Sicilia, la data sarebbe molto vicina a quella da commemorare.

Prof. Lombardi. — Siamo però ora già quasi in Maggio, e d'altra parte ritiene che la Commemorazione debba tenersi in Roma col concorso delle autorità e facendo una apposita assemblea straordinaria.

Ing. Banfi. — Crede che la Presidenza debba portare una proposta concreta alla prossima assemblea.

Ing. Del Buono, Pres. — Riassumendo le varie proposte ritiene che la celebrazione della fondazione dell'A. E. I. debba farsi l'anno venturo sotto forma di assemblea straordinaria in Roma e che venga demandato il programma alla Presidenza che ne riferirà al prossimo Consiglio; infine che la commemorazione di Galileo Ferraris venga fatta dalla Sezione di Torino con l'intervento della Presidenza Generale.

Il Consiglio approva.

Nuove Norme del macchinario. — Ing. Del Buono, Pres. — Informa che verso l'Ottobre verranno pubblicate le nuove «*Norme per l'ordinazione ed il collaudo del macchinario*» rivedute, ed entro l'anno le norme restanti.

Fondi Gaulard e Pacinotti. — La Sezione di Roma ha a suo tempo raccolto L. 640 pei primi fondi per l'erezione di un ricordo a Pacinotti e L. 346,87 allo stesso scopo per Gaulard. Chiede come disporne.

Il Consiglio è d'avviso che la Sezione di Roma possa considerare i due fondi di sua proprietà e disporne quindi come crede.

2) Programma dei lavori del triennio.

Ing. Del Buono, Pres. — Presenta al Consiglio un programma di lavoro, programma che spera che il Consiglio trovi organico e rispondente ai maggiori bisogni dell'A. E. I. In esso è provveduto a coordinare ed eccitare i lavori delle Riunioni e quello delle Sezioni — al collegamento cogli ambienti esteri e alla intensificazione dell'azione in pro degli impianti idroelettrici — infine ad eccitare il lavoro collegiale delle Commissioni.

La Presidenza darà poi ogni sua cura ed appoggio alla *Elettrotecnica*, ed ai suoi collaboratori manda un caldo saluto. (Il Consiglio si associa).

Ecco in particolare le iniziative che si intendono attuare.

a) *Provvedimenti per le Riunioni. — Commissione per le Riunioni.*

Una delle manifestazioni più importanti della nostra Associazione è certamente quella delle Riunioni annuali.

Molte sono le difficoltà che si incontrano nel prepararle, perciò mi è parso opportuno nominare una Commissione la quale ne curasse la organizzazione tecnica. I nostri Congressi dovrebbero essere di regola imperniati attorno ad un argomento principale la cui trattazione dovrebbe esser fatta con varie memorie o comunicazioni, svolte da vari soci ciascuno dei quali tratti un tema speciale, per modo che dai vari temi risulti un'esauriente trattazione dell'argomento scelto.

Poichè lo scopo del Congresso deve essere quello di discutere e il tempo in generale è breve, occorre che la discussione sia preparata, e che le comunicazioni invece che lette per esteso vengano riassunte in pochi minuti.

E' necessario quindi che le relazioni vengano presentate almeno due mesi prima della Riunione per poterle stampare sul giornale e portarle così a cognizione di tutti i soci, così che il relatore possa limitarsi ad un breve sunto.

Il compito del Comitato sarà quindi quello di preparare le Riunioni e i temi da discutere, e quello di decidere sull'accettazione delle memorie e di preparare e coordinare i materiali per le discussioni.

Tale Comitato sarà composto della Presidenza dell'Associazione e del Comitato di Redazione del Giornale.

Esso si è già riunito ieri, ed ha già predisposto per la trattazione nella Riunione di quest'anno.

Il Consiglio approva.

b) *Provvedimenti per le Sezioni. — Comitato per promuovere i lavori delle Sezioni.*

La vita della nostra Associazione si deve per una parte notevole svolgere presso le Sezioni. Mi pare opportuno perciò che le Sezioni mantengano fra loro continui contatti e che in comune vengano studiate le questioni inerenti al loro funzionamento per unità d'indirizzo e per reciproca cooperazione e collaborazione.

Il lavoro delle Sezioni che era già abbastanza intenso prima della guerra, è divenuto per forza di cose molto scarso e spesso nullo negli ultimi anni. Occorre però ora riprendere le antiche tradizioni e promuovere una feconda attività.

Per tali scopi mi è parso molto opportuno di costituire un comitato composto dalla Presidenza Generale e da tutti i Presidenti di Sezione da riunirsi nell'occasione del Consiglio Generale, che si tiene normalmente due volte all'anno. I Signori Presidenti porteranno consigli, proposte, e potranno prendere accordi sui lavori da farsi in comune fra varie Sezioni, riferiranno su quanto fatto, ecc. In caso di non possibile intervento potranno riferire in iscritto, o farsi rappresentare dal Vice Presidente o dal Segretario o da un Consigliere.

Il Comitato si è riunito già stamane ed ha prese le seguenti deliberazioni:

I). *Istituzione di Soci informatori presso le Sezioni.* — Presso ogni Sezione saranno nominati dei soci informatori per tenere al corrente la Presidenza della Sezione e quella Generale di quanto avviene nella zona della Sezione: essi riferiranno al Presidente della Sezione che a sua volta riferirà al Presidente Generale.

Le notizie di ordine generale saranno dalla Presidenza trasmesse all'*Elettrotecnica*.

II). *Istituzione di una Commissione di propaganda presso le Sezioni.* — Ha lo scopo di aumentare il numero dei soci.

III). *Azione pel collocamento soci.* — Si svolgerà con una rubrica «Domanda e offerta di impiego» sull'*Elettrotecnica* — è riservata ai soci che dovranno rivolgersi all'Ufficio Centrale — sarà gratuita e sospesa dopo due inserzioni.

IV). *Lavori nelle Sezioni.* — Le Sezioni sono invitate a promuovere Commissioni per la discussione di temi alcuni dei quali verranno proposti dalla Presidenza Centrale. I temi serviranno a discussione nelle Sezioni e daranno materia per rapporti in seno alle Riunioni. Tutte le Sezioni manderanno alle altre tutte le comunicazioni che inviano ai soci. Le Presidenze segnaleranno alle Sezioni specie se finitime le conferenze che potrebbero convenientemente venir ripetute presso le Sezioni stesse. Infine viene raccomandato che le Sezioni si occupino sempre delle questioni elettrotecniche locali, informandone la Presidenza Centrale.

V). *Biblioteca Sociale.* — Furono presi speciali provvedimenti per assicurarne il funzionamento e regolare la distribuzione dei giornali alle Sezioni.

VI). *Soci morosi.* — Il Consiglio modificando alquanto le deliberazioni della Commissione delibera che all'art. 14 del Regolamento venga sostituito il seguente:

I soci dovranno versare il contributo integrale entro il 31 Marzo. Ai soci che non abbiano eseguito il versamento entro il 30 Giugno verrà sospeso il Giornale e mandato la diffida di pagamento. Non avvenendo questo entro l'anno, i Soci verranno radiati salvo sempre i diritti dell'Associazione.

VII). *Invio dei contributi alla Sede Centrale.* — Viene stabilito che le Sezioni debbono mandare alla Sede Centrale la quota che le spetta sui contributi dei soci man mano che le Sezioni incassano tali contributi e ciò per provvedere alle continue esigenze della Cassa dell'Ufficio Centrale.

VIII). *Riunione della Commissione.* — Essa si riunirà in occasione di ogni Consiglio Generale.

Il Consiglio approva l'istituzione della Commissione ed i suoi scopi, nonchè i deliberati della 1ª riunione.

c) *Corrispondenti all'estero.*

Allo scopo di promuovere i rapporti della nostra Associazione cogli ambienti tecnici esteri, il Presidente Generale propone la istituzione dei *Soci corrispondenti all'estero.* Essi dovrebbero essere dei Soci Consoli dell'A. E. I. accreditati presso le Associazioni consorelle, le Ambasciate, le Camere di Commercio, ecc.

Un Socio corrispondente dovrebbe assolvere il suo compito sulle basi seguenti:

I). Fornire informazioni, tanto d'indole tecnica, quanto d'indole commerciale e finanziaria, sia in seguito ad apposita domanda rivoltagli dalla Presidenza, sia per iniziativa personale, ove se ne porga l'occasione.

II). Rimanere in contatto colle organizzazioni professionali, colle Associazioni elettrotecniche, cogli Istituti tecnici ed eventualmente con qualche organo commerciale del Paese, (Camere di Commercio e simili), *presso i quali Enti egli dovrebbe venir specialmente accreditato dalla Presidenza.*

III). Le informazioni tecniche da fornire di iniziativa propria dovrebbero concernere: la legislazione dello stato e le istruzioni delle organizzazioni professionali; quelle industriali; i progetti di impianti nuovi ed il sorgere di nuove società, la comparsa di nuove specialità tecniche sul mercato. Inoltre fornire l'indicazione di eventuali concorsi di ogni specie che potessero interessare i membri dell'Associazione, ecc.

Già alcuni soci residenti all'estero hanno accettato l'incarico e spero di poter presto dare una nota completa di soci corrispondenti pei principali Paesi.

Ing. Civita. — Plaude alla iniziativa e crede utile anche far conoscere noi stessi all'estero, ad es. a mezzo della Lega per la tutela degli interessi italiani all'estero.

Ing. Del Buono, Pres. — La funzione del socio corrispondente sarà appunto reciproca, conoscere quanto si fa all'estero e far conoscere all'estero quanto si fa da noi; non ritiene però il caso di mettersi alle dipendenze di un altro ente, pur accettando la raccomandazione di prender contatto colla Lega stessa.

Il Consiglio approva la istituzione dei soci corrispondenti.

d) *Istituzione del Comitato Idrotecnico Italiano.*

Per l'avvenire del nostro Paese è necessario di dare grande impulso all'utilizzazione dell'energia elettrica, e principalmente degli impianti idroelettrici.

Mi è parso perciò necessario che lo studio di tutte le questioni attinenti all'energie idroelettriche sia condotto in modo completo e poichè finora non esiste in Italia un organismo avente tale indirizzo, ho ritenuto che l'Ente più adatto per intraprendere tali studi fosse appunto, l'Associazione Elettrotecnica Italiana. Ho pensato di formare un Comitato misto di elettrotecnici e di cultori di idraulica applicata, che avesse per iscopo lo studio di tutte le questioni relative alla migliore utilizzazione delle forze idrauliche, la raccolta di dati, elementi riguardanti gli impianti idroelettrici, la compilazione dei capitolati per turbine, per tubazioni, ecc., la formazione delle statistiche, la effettuazione di esperienze relative a particolari problemi idraulici, nonchè lo studio della legislazione riguardante le acque, le concessioni e la distribuzione di energia, che infine raccogliesse sistematicamente e pubblicasse descrizioni dei nostri impianti idroelettrici.

Questo Comitato, al pari dell'Elettrotecnico, è destinato a funzionare sotto il controllo dell'A. E. I. e si propone fra l'altro di intervenire nello studio delle questioni attinenti agli impianti idroelettrici e di servire come organo consulente delle pubbliche amministrazioni.

Per i fondi necessari si farà appello occorrendo ai soci ed agli Enti pubblici.

Il Comitato Idrotecnico Italiano sarà suddiviso nei seguenti Sotto Comitati.

Sotto Comitato A — *Statistiche tecniche* — Collo scopo di curare la raccolta dei dati caratteristici degli impianti, dei bacini, lo studio dei diagrammi di carico, ecc.

Sotto Comitato B — *Impianti idroelettrici.* — Ha per iscopo di studiare le varie questioni inerenti alla produzione dell'energia elettrica.

Sotto Comitato C — *Studi e ricerche sui coefficienti dei canali e delle condotte.* (col concorso dell'Istituto di Strà). — Ha per iscopo di promuovere gli studi e le ricerche sui coefficenti dei canali e delle condotte, nonchè di intraprendere altri studi o ricerche di indole sperimentale, attinenti alle questioni idrauliche.

Sotto Comitato D — *Trasporto e distribuzione dell'energia.* — Si occuperà dello studio delle varie questioni inerenti al trasporto e alle grandi distribuzioni dell'energia.

Sotto Comitato E — *Capitolati e normali.* — Curerà la compilazione dei Capitolati e delle normali delle condotte in ferro e cemento armato, delle turbine e loro regolazione, pali, ecc.

Sotto Comitato F — *Legislazione* per lo studio delle questioni inerenti alla legislazione delle forze idrauliche.

Sotto Comitato G — *Pubblicazioni e descrizioni degli impianti idroelettrici.*

In merito alla pubblicazione impianti, il Presidente ha il piacere di annunciare che il Prof. Barbagelata ha, in via di esperimento almeno, accettato di occuparsene. L'iniziativa fu assai bene accolta dagli industriali idroelettrici, dal Consiglio Superiore delle Acque. Essa dovrebbe reggersi con mezzi e personale appositi.

La pubblicazione verrà fatta a fascicoli staccati, ciascuno dei quali tratterà un impianto o gruppo di impianti. Tali fascicoli verranno poi riuniti in volumi.

Ing. Soleri. — Mi compiaccio vivamente per la iniziativa, mi pare però che il giornale sia la sede più adatta per la pubblicazione, sia per la maggior diffusione, sia per economia di spesa. Non vedrebbe male, ad es., ogni tre mesi un fascicolo dedicato alla descrizione degli impianti.

Prof. Barbagelata. — Chiarisce che di ogni impianto verrebbe dato un estratto nel giornale che invoglierà chi legge ad acquistare la pubblicazione: la monografia completa verrà fatta molto più convenientemente a parte.

Ing. Del Buono, Pres. — Pone in chiaro che colla pubblicazione sul giornale sarebbe anche più difficile ottenere i sussidi.

Il Consiglio approva la istituzione del Comitato Idrotecnico, nonchè la pubblicazione degli impianti sotto forma di fascicoli staccati come proposto dal Presidente Generale.

e) *Commissioni di studio.*

Ing. Del Buono, Pres. — Riveduto il quadro delle Commissioni in carica abbiamo creduto di aggiungere tre Commissioni, e cioè quelle

1) per l'Elettrotecnica e l'Elettrofisica con Presidente il Sen. Corbino,

2) per l'Applicazione all'agricoltura con Presidente l'Ing. Civita,

3) per la Radiotelegrafia con Presidente il Prof. Lombardi, e già ho istituita la Commissione pei Laboratori scientifici con Presidente il Prof. Lori.

I Presidenti si sceglieranno i propri collaboratori.

Il Consiglio approva.

3) Riunione Annuale.

Ing. Del Buono, Pres. — Comunica l'invito delle Sezioni e delle Società Idroelettriche della Sicilia a tenere la prossima Riunione in Sicilia.

L'Ing. Trossarelli Presidente della Sezione di Palermo ci ha portato un programma seducente di otto giorni fra gite e lavori che dovrebbero svolgersi nella prima quindicina di Ottobre.

Il Consiglio accoglie l'invito di tenere la riunione in Sicilia, plaude vivamente all'Ing. Trossarelli e lo prega di presentare i più vivi ringraziamenti alle Sezioni ed alle Società invitanti.

Ing. Del Buono, Pres. — Per la parte tecnica del Congresso si segnalano i seguenti temi riguardanti la Sicilia:

a) Studi sull'attraversamento dello stretto con condutture portanti energia elettrica.

b) Applicazioni elettriche alle miniere.

c) Studi sui serbatoi.

d) Bonifiche del Simiento.

4) Modificazioni al Regolamento.

In seguito alla recente modificazione allo Statuto si sono rese necessarie alcune varianti del Regolamento.

Il Consiglio approva le seguenti modificazioni al Regolamento.

Art. 11. — Nuovo testo: La votazione per l'elezione del Presidente, dei Vice Presidenti, del Cassiere, del Segretario Generale, del Vice Segretario Generale, del Segretario della Presidenza si chiude di regola ecc.

Art. 14. — Vedi indietro quanto stabilito pei soci morosi.

Art. 18. — I Soci studenti possono ottenere l'abbonamento al giornale versando ogni anno la somma di L. 35 all'Associazione pel tramite della propria Sezione.

Art. 22. — Eliminato perchè assorbito dall'art. 10 dello Statuto.

Art. 24 - 25 - 26 - 27 - 28. — Sostituiti col seguente:

I lavori presentati alle Sezioni ed all'Assemblea vengano pubblicati per intero o in riassunto nell'Elettrotecnica. In caso di disaccordo fra Redazione ed Autore, decide il Presidente Generale, sentito il Comitato degli Atti nominato dal Consiglio Generale.

Non potrà esser pubblicato come Atto un lavoro che sia già stato pubblicato altrove.

Gli autori hanno diritto ad una sola revisione delle bozze ed a 50 estratti gratuiti dei loro lavori.

5) Legislazione.

Ing. Del Buono, Pres. — Caduta la Camera sono sospesi i vari progetti di legge: continua però lo studio del progetto di iniziativa ministeriale per il coordinamento generale della legislazione elettrotecnica.

Ho pure nominato una Commissione per l'esame del Progetto Beretta. Chiedo al Consiglio che condotta deve tenere la Presidenza in merito a questi due progetti.

Ing. Rebora — Presidente della Commissione per l'esame del progetto Beretta. — Quanto al progetto Beretta lo studio non è più urgente, ma l'argomento risorgerà. Abbiamo quindi chiesto informazioni alle Associazioni straniere consorelle in merito a quanto fanno gli altri Stati.

Così pure viste le grandi disparità nelle forme di contratto, l'Ing. Ferrerio sta raccogliendo il materiale per una classifica dei contratti tipo. Per la parte poi che riguarda le unità di misura si può naturalmente consentire.

Ing. Civita. — L'opera della Commissione è utilissima anche in quanto è bene che la questione venga studiata dall'A. E. I. che è un organo non solo competente ma obbiettivo e disinteressato. Nota come una ragione della diffusione dell'energia elettrica sta nel fatto che nei contratti si cerca di adattare la tariffa al cliente; l'unificazione a cui tende il progetto Beretta costituirebbe il rovescio e sarebbe deleterio. Gli esercenti come interessati, preferiscono lasciare l'esame del progetto all'A. E. I.

Ing. Del Buono, Pres. — Venendo ora al progetto generale di legge del Ministero dei LL. PP., chiedo se si debba attendere che il progetto venga prima presentato al Ministero o se si debba fare un'azione prima di tale presentazione.

Ing. Silva. — Al proposito osserva come egli si era interessato perchè nella Commissione compilatrice del progetto vi fosse una rappresentanza delle Aziende Elettriche Municipalizzate a tutela degli interessi dei Comuni che spesso si trovano alle prese colle grandi Società distributrici; ma ormai la Commissione era già nominata ed al lavoro.

Quanto ai lavori della Commissione ritiene che sarà difficile intervenire presso questa Commissione ma che si potrà ottenere però che il progetto ci sia passato in visione prima che venga presentato al Ministero. La nostra azione sarà molto più facile prima di questa presentazione. L'A. E. I. dovrebbe nominare una Commissione d'esame con rappresentanza delle Aziende Municipalizzate.

Ing. Civita. — Come membro della Commissione ritiene improbabile che l'A. E. I. possa aver visione del progetto prima del Ministro.

Prof. Ferraris — Ciò non toglie che l'A. E. I. possa di sua iniziativa prendere in esame qualche punto speciale e riferirne alla Commissione.

Ing. Civita. — Consento nel concetto che l'A. E. I. potrebbe fare dei voti sulle direttive generali del progetto. Una critica posteriore è certamente molto meno efficace di una azione preventiva.

Ing. Banfi. — Si associa all'Ing. Civita e propone che il Presidente Generale chieda di essere sentito dalla Commissione.

Viene notato come alcuni dell'A. E. I. fanno parte della Commissione; si ammette però dai più che essi in seno alla Commissione, non sono a considerarsi rappresentati dell'A. E. I.

Prof. Soleri. — I membri dell'A. E. I. furono scelti come tali perciò ritiene rappresentino l'A. E. I. Ciò non toglie che essi debbano essere informati del pensiero dell'A. E. I. Una discussione sui criteri principali sarebbe opportuna.

Prof. Ferraris. — Propone che il Presidente dell'A. E. I. si metta in contatto col Presidente della Commissione e che gli si dia la più ampia libertà di procedere come riterrà opportuno.

Prof. Lombardi: appoggiando la proposta Banfi propone che si tronchi la discussione in merito. Il Consiglio approva astenendosi i 4 membri della Commissione.

Prof. Vallauri. — Ricorda come è ormai ammesso che non si debba legiferare in materia elettrotecnica senza prima aver sentito il parere dell'A. E. I. Propone il seguente ordine del giorno:

«L'A. E. I. fa voti di poter far sentire la sua voce riguardo «all'indirizzo generale a cui si informerà l'attività legislativa «in materia di impianti elettrici sia per mezzo dei suoi rappre«sentanti nella Commissione, sia nelle forme che potranno esser «concretate dalla Presidenza del Consiglio delle Acque colla Pre«sidenza Generale dell'A. E. I.».

L'ordine del giorno è approvato.

6) Manuale di elettricità.

Ing. Del Buono, Pres. — Il Concorso per due manualetti indetto dall'A. E. I. essendo andato deserto, chiedo al Consiglio se rimandar la questione alla Sezione di Milano che se n'è occupata o se modificare eventualmente l'indirizzo della pubblicazione in modo da raggiungere il vero Manuale pratico dell'Elettrotecnico sul tipo ad es. del Manuale Colombo.

Il Consiglio rinvia alla Sezione di Milano la soluzione.

7) Premio Jona.

Ing. Del Buono, Pres. — E' noto come il Consiglio nell'ultima Seduta aveva deferito ad una speciale Commissione la determinazione delle modalità per l'assegnazione del premio Jona. Dò la parola al Prof. Grassi che fa parte della Commissione.

Prof. Grassi. — La Commissione pel premio Jona si è riunita ed ha compilato un regolamento pel conferimento del premio. Espone per sommi capi il regolamento. (vedi *L'Elettrotecnica* 1921, pag. 326).

Il Consiglio approva.

8) Commissione pro industria nazionale.

Ing. Del Buono, Pres. — Ormai questa Commissione ha esaurito il suo mandato, chiede se può dichiararsi sciolta. Il Consiglio approva.

9) Nomina di due Delegati al Comitato Elettrotecnico Italiano.

Ing. Del Buono, Pres. — Chiede che il Consiglio nomini il Prof. Revessi e l'Ing. Campos a membri del Comitato Elettrotecnico. — Si approva.

10) Norme per gli isolatori.

Il Presidente informa che il Comitato Elettrotecnico Italiano ha presentato le Norme per gli isolatori e prega il Consiglio di prenderne atto per procedere alla pubblicazione delle norme stesse.

Ing. Soleri. — Ritiene che sarebbe opportuno che le Norme venissero portate in discussione presso le Sezioni.

Prof. G. C. Vallauri. — Si associa notando che così potrebbero intervenire anche i costruttori.

Prof. Ferraris. — Il Consiglio nel prendere atto può in merito emanare quelle deliberazioni che crede; si può quindi accogliere il desiderio delle Sezioni.

Prof. Lombardi. — Propone che le Norme vengano approvate dal Consiglio in via di massima, che si sentano le Sezioni e che il Sottocomitato possa introdurre eventuali varianti in seguito alle osservazioni delle Sezioni senza ulteriori formalità.

Il Consiglio approva la proposta Lombardi.

Ing. Del Buono, Pres. — Ringrazia i numerosi Consiglieri del loro intervento e toglie la Seduta.

Il Segretario A. Bianchi — *Il Presidente* Ing. Del Buono

★

Notizie delle Sezioni

SEZIONE DI BARI.

Adunanza del 29 Maggio 1921.

Il Presidente della Sezione, Sig. Comm. Ing. *Pietro Verole*, assolvendo l'impegno assunto nella precedente adunanza, continua a svolgere l'argomento delle *caratteristiche dei sistemi della grande trazione elettrica*. Dopo avere richiamato sommariamente ciò che di più importante ebbe a dire intorno ai sistemi trifase a bassa frequenza, monofase e monofase-trifase, passa ad occuparsi del sistema a corrente continua ad alta tensione (3000 Volt ai motori di trazione) con eccitazione in serie, che tante estese applicazioni ricevette e sta ricevendo negli Stati Uniti d'America. Osserva che questo sistema presenta le caratteristiche elettro-meccaniche, ben note, del sistema a corrente continua a bassa tensione (650 V) che fu con successo applicato alla ferrovia Milano-Varese-Porto Ceresio; che però in esso si riscontra non più la terza rotaia, ma bensì invece una linea aerea, costituita da uno o due fili contigui, dalla quale, come si è sperimentalmente constatato, si possono dedurre, senza scintillio, per ciascun locomotore, rispettivamente 4000, 3000 e 2000 Ampère alle velocità di 25, di 50 e di 100 chilometri-ora. Nota che il motore a collettore anche il più perfezionato non potendo nello stato attuale dell'elettrotecnica funzionare convenientemente a tensioni superiori a 1500 Volt, ogni unità di trazione dei locomotori a 3000 Volt è costituito generalmente da due motori di 1500 Volt e talvolta anche da tre motori da 1000 Volt e da quattro motori da 750 Volt.

Da particolareggiati ragguagli intorno alle nuove locomotive costrutte dalla General Electric Company e dalla Società Westinghouse per la ferrovia Chicago, Milwaukee, Saint-Paul, per le prime delle quali gli assi motori essendo tutti accoppiati, la tensione ai collettori è di 1500 Volt, mentre per le seconde, che hanno gli assi motori indipendenti, la tensione ai collettori non è che di 750 Volt.

Esamina i modi di regolazione della velocità che consistono come nel sistema a bassa tensione nel raggruppare differentemente i motori di trazione o nel modificarne l'eccitazione mercè derivazioni dall'induttore o diversi raggruppamenti delle spirali di questo. Tale regolazione non è continua, come quella che si ottiene col sistema monofase ma a gamma, giacchè per passare dall'una all'altra velocità fondamentale occorre inserire il reostato nel circuito dei motori di trazione.

Passa quindi a trattare del ricupero d'energia che si può ottenere sia durante gli arresti che durante le discese: essa si produce col modificare il modo di eccitazione dei motori di trazione trasformandoli da motori in serie in motori ad eccitazione separata con tensione ai morsetti decrescente col crescere della corrente erogata. La corrente eccitante si genera a mezzo di un gruppo motore-dinamo che si alimenta con la linea di contatto ovvero a mezzo di una dinamo comandata da un asse portante del locomotore. Nelle discese lungo i forti declivi dovute alla gravità si impiegano pure alcuni dei motori di trazione come generatori della corrente di eccitazione per eccitare gli altri motori di trazione funzionanti come generatori dell'energia ricuperata, dato che questa nelle discese non può essere che una parte di quella assorbita nella salita poichè mentre in questo caso l'energia è in relazione alla somma della resistenza alla circolazione del treno colla resistenza della strada, nel caso precedente l'energia è in relazione alla differenza tra questa e la resistenza alla circolazione del treno: onde risulta esuberante nella discesa la disponibilità della potenza dei motori di trazione. Uno scambio elettromagnetico agisce automaticamente onde impedire che la corrente ricuperata e lanciata sulla linea raggiunga delle tensioni pregiudizievoli.

Il conferenziere per esaurire la trattazione del materiale mobile si occupa della questione tanto dibattuta e tuttora controversa del peso delle locomotive che dovrebbero soddisfare alle condizioni di esercizio delle ferrovie europee, condizioni ben diverse da quelle delle ferrovie americane ove soltanto sino ad ora il sistema a corrente continua ad alta tensione fu applicato alla grande trazione.

Passando all'argomento del materiale fisso informa che la trasformazione della corrente trifase ad altissima tensione dalla linea primaria in corrente continua a 3000 Volt sulle linee secondarie è sempre fatta mediante trasformatori statici e gruppi motori-dinamo, i quali gruppi comprendono due dinamo generatrici da 1500 Volt ciascuna munite di circuiti di compensazione, eccitate in serie e collegate tra di loro permanentemente in serie. L'eccitazione del motore sincrono di questi gruppi è prevista per modo che la corrente alternata ad alta tensione assorbita o restituita dalle sottostazioni sia sensibilmente in concordanza di fase con la tensione. Per evitarvi, nel caso di un corto circuito, un forte scintillio alle spazzole, si rese necessario l'impiego di interruttori ad azione rapidissima, capaci di interrompere la corrente in un

tempo infinitesimale. Con essi si riesce anche ad impedire nel caso di un completo corto circuito alla sottostazione di trasformazione che la corrente oltrepassi il valore massimo di 8000 Ampère. La S. E. C. costruisce degli interruttori capaci di interrompere il circuito in 7 millesimi di secondo! Nonostante la veramente meravigliosa rapidità di azione di questi interruttori, i gruppi possono sopportare dei sopraccarichi pari anche ad otto volte il carico normale. Importa notare che la corrente delle linee di contatto essendo continua ed avendo una elevata tensione l'intervallo tra le sottostazioni può essere grandissimo, anche superiore a 50 km.

Soffermandosi sull'argomento dell'influenza sui circuiti elettrici a debole intensità, rileva che essa è poco notevole a fronte di quella determinata dalla corrente alternativa. E invero nei circuiti telefonici si constatò un suono musicale accentuato, non ostacolante però la trasmissione, dovuto alle armoniche dei denti delle dinamo generatrici: esso potè essere attenuato mercè l'impiego di derivazioni risonanti accordate per la frequenza della corrente parassita. Nei circuiti telegrafici col ritorno a mezzo della terra non si constatò nessuna perturbazione importante neanche agli apparecchi di trasmissione ultra sensibili; anche gli avviamenti rapidissimi dei treni assai pesanti nonchè i corti circuiti completi nelle sottostazioni di trasformazione e sulle locomotive non diedero alcun disturbo all'esercizio telegrafico.

Accenna brevemente alla questione del riscaldamento dei compartimenti delle vetture.

Volgendo lo sguardo all'avvenire del sistema di trazione di cui si è occupato, osserva che ritengono i costruttori di poter con ulteriori perfezionamenti elevare anche a 2500 la tensione ai collettori dei motori di trazione di grande potenza senza aumentarne di troppo la spesa di costruzione e di manutenzione talchè componendo l'equipaggiamento elettrico di ciascun locomotore con unità di due motori da 2500 Volt ciascuno permanentemente collegati in serie si potrà alimentare la linea di contatto con la tensione di 5000 Volt; onde si potrà accrescere ancora maggiormente l'intervallo tra le sottostazioni di trasformazione. Per moderate potenze si costruiscono già dei motori a corrente continua eccitati in serie della tensione di 1800 Volt in Inghilterra e di 2000 Volt in Italia: questi ultimi, intorno a cui il collega Ferraris ebbe ad intrattenere la Sezione di Torino della A. E. I., prestano servizio sulla Ferrovia secondaria Torino-Ceres, la cui linea di contatto è alimentata a 4000 Volt.

Aggiunge inoltre che il sistema a corrente continua ad alta tensione è l'unico che sia destinato ad estendersi in America. Esso, con la limitazione della tensione a 1500 Volt e con l'uso della terza rotaia per le linee a medio e forte traffico, sarà pure adottato in Francia per tutte le principali ferrovie; mentre la tensione di 3000 Volt e l'impiego della linea di contatto aerea saranno riservati alle linee a debole traffico; inoltre ne è pure stata decisa l'adozione nel Belgio. Espone le ragioni per cui le Superiori Autorità politiche e ferroviarie francesi presero la decisione, in apparenza paradossale, di impiegare la tensione di 1500 Volt per le linee a traffico intensivo e quella di 3000 Volt per le linee a debole traffico.

Infine comunica che a seconda del parere espresso dal Consiglio Superiore delle Acque, il sistema a corrente continua ad alta tensione, con modalità da concretarsi, sarà prossimamente applicato sulla linea Benevento-Foggia per essere esteso successivamente a tutte le linee dell'Italia Meridionale.

Dopo ciò espone riassunti in alcune tabelle i vantaggi e gli inconvenienti che caratterizzano i quattro sistemi per la grande trazione che ottennero il suffragio della pratica.

In seguito il conferenziere rileva che uno dei quattro sistemi esaminati, quello trifase, è suscettibile di una trasformazione tale da permettere di utilizzare direttamente, non trasformandole che nella tensione, le correnti generate dalle centrali industriali. Egli nota essere bensì vero che è sempre possibile a mezzo di trasformatori rotanti o sincroni o asincroni situati nei nodi delle linee di trasmissione, di allacciare tra di loro per una mutua collaborazione delle centrali a differente frequenza, e che inoltre è pure possibile di impiantare in una stessa centrale dei gruppi costituiti ciascuno da una turbina e da due alternatori, i quali generino la corrente l'uno a bassa e l'altro ad alta frequenza, e collegare questi con gli alternatori di analoghi gruppi di altre centrali in modo che si possano scambiare tra di essi dell'energia. E' con questo mezzo che la centrale di Robbiate trasforma e distribuisce alla frequenza 42 dell'energia che le vien fornita dalla centrale di Morbegno alla frequenza 16, e questa seconda centrale trasforma e distribuisce la frequenza 16 dell'energia che le vien trasmessa dalla centrale di Robbiate alla frequenza 42. La turbina che comanda i due alternatori di ciascun gruppo non svolge che il lavoro occorrente ad integrare il carico richiesto. E quel che dicesi per la corrente alternata vale anche per la corrente continua. A mezzo di una linea di contatto per la trazione a corrente alternata o continua alimentata da centrali di diversa frequenza si può sempre ottenere uno scambio di energia tra le medesime. Tuttavia in ogni caso il costo degli alternatori addizionali nelle centrali, o dei gruppi trasformatori della frequenza nei principali nodi della distribuzione dell'energia sarebbe ragguardevole e il rendimento in causa della trasformazione della frequenza non potrebbe essere elevato ed inoltre la necessità di linee di trasmissione corrispondenti alle singole frequenze accrescerebbe ancora maggiormente la spesa di impianto. Perciò la possibilità di far lavorare in parallelo le centrali di diversa frequenza, date le complicazioni e soggezioni che implica, non dovrebbe evitare nè ritardare il provvedimento radicale che ormai si impone della unificazione delle frequenze di tutte le nostre centrali per luce e forza.

Checchè avvenga, sia che la frequenza sia presto unificata, sia che si debbano ancora a lungo utilizzare delle centrali con differente frequenza, il sistema trifase di trazione potrà trasformarsi in guisa da impiegare direttamente le correnti con le frequenze di origine.

Già nei primi impianti di trazione trifase, quello della tramvia di Lugano, quello della ferrovia di Thun-Bungdorf, e così pure quello sperimentale della ferrovia da Berlino a Zossen, la corrente veniva attinta dalle centrali di cui disponevasi per l'illuminazione e direttamente fornita alla frequenza originaria ai motori di trazione; nè, data la limitazione delle potenze elettriche poste in giuoco, si ebbero a lamentare degli inconvenienti.

Quali furono le ragioni che sconsigliarono l'impiego di tali frequenze allorchè si trattò di progettare dei locomotori di relativamente grande potenza? Innanzi tutto la poca fiducia che in quel tempo avevasi a riguardo della sicurezza di funzionamento degli ingranaggi destinati a sopportare dei grandi sforzi, talchè la riduzione delle velocità dei motori di trazione si sarebbe dovuta ottenere a mezzo della commutazione di poli, la quale avrebbe richiesto l'impiego di un grande numero di poli rendendo ingombranti e pesanti detti motori, a meno di non ridurvi la tensione con dei trasformatori statici che avrebbero anche essi concorso a togliere alle locomotive trifasi quella leggerezza e semplicità che intendevasi di ottenere. Inoltre temevansi le forti perdite di tensione lungo le linee di trasmissione ed un troppo basso valore del fattore di potenza. Ma la costruzione degli ingranaggi si è in questi ultimi tempi assai perfezionata grazie ai progressi ottenuti nella qualità degli acciai speciali a mezzo del forno elettrico ed all'impiego delle molle tra i denti che ne eliminano i giuochi. Inoltre la perdita di tensione lungo le linee di contatto in dipendenza dell'impiego delle frequenze industriali, perdita che limita la distanza tra le sottostazioni di trasformazione, potrà in parte essere compensata colla più alta tensione, quella di almeno 6000 Volt, che in seguito ai progressi ottenuti nella costruzione degli isolatori si potrà ammettere alla linea di contatto. Di più è ora possibile di evitare i bassi valori del fattore di potenza a mezzo di dispositivi riguardanti sia le linee che i locomotori, dispositivi i quali allorchè si studiarono i primi impianti di trazione trifase non erano ancora stati inventati. Infine è evidente che il vantaggio di utilizzare direttamente tutte le centrali esistenti e da costruirsi per dare rapidamente alla trazione elettrica quello sviluppo che giustamente le spetta per il risorgimento della paralizzata nostra industria dei trasporti e nell'interesse dell'economia nazionale, potrebbe anche giustificare qualche inconveniente di carattere secondario nel sistema di trazione adottato.

Il Consiglio Superiore delle Acque ha espresso il parere che il sistema di trazione trifase alla frequenza industriale, da concretarsi nei particolari, sia applicato in via di esperimento ai tronchi Roma-Tivoli e Roma-Anzio.

Per ultimo il Conferenziere così conclude: «Debbo finire come ho incominciato la precedente comunicazione, col richiamare cioè tutta la vostra attenzione sulla grande, sulla capitale importanza del problema della trazione elettrica per l'avvenire non solo economico del nostro paese. Come risulta da questa nostra rapida corsa sui diversi sistemi di trazione elettrica, questa è oramai matura e può soddisfare e assai meglio della trazione a vapore, tutte le esigenze anche le più gravose dell'esercizio ferroviario sulle grandi arterie. Essa, lo abbiamo visto, fu applicata e si applicherà su vasta scala anche presso quelle nazioni dove i combustibili non difettano nè in quantità nè in qualità e non hanno prezzi esosi come da noi; e ciò per i suoi inestimabili pregi consistenti essenzialmente nella fumivorità, nell'accrescimento della capacità alla circolazione delle linee ferroviarie in generale e in particolare di quelle a forti pendenze e in galleria e di quelle per le quali le condizioni dell'esercizio richieggono che debbano essere assai frequenti le fermate dei treni, nella possibilità di una migliore utilizzazione del combustibile allorchè non si dispone o si dispone in misura insufficiente di forze idriche, nella migliore utilizzazione del materiale automotore e del personale addettovi. Infine importa di tener presente che la sostituzione dell'energia elettrica a quella termica ha determinato e determinerà in ogni caso una nota di progresso non solo tecnico ma anche di elevazione morale dei lavoratori. Adoperiamoci pertanto tutti per affrettare l'avvento di quell'epoca radiosa in cui l'energia occorrente per la vitale nostra industria dei trasporti sia fornita in parte dai nostri combustibili abbruciati alle bocche stesse delle loro miniere e nella quasi totalità dai nostri immensi ghiacciai e laghi e fiumi che il sole va perennemente rifornendo! ».

✶

SEZIONE DI MILANO.

La sera del 15 corrente, davanti a numeroso uditorio, l'Ing. *Luigi Emanueli* riferì di interessantissime esperienze eseguite nel Laboratorio della ditta Pirelli sul *gradiente di potenziale nei cavi trifasi*, mostrando gli apparecchi adoperati e illustrando con numerose proiezioni i risultati ottenuti.

Seguì fra alcuni dei presenti, un breve e interessante scambio di idee sull'argomento.

Ad analoghe domande, l'Ing. *Emanueli* aggiunse che si stanno facendo studi ma non si sono ancora raggiunti risultati concreti, circa le prove artificiali di invecchiamento dei cavi, cosicchè nessuna sicura induzione è finora possibile sulla vita industriale dei cavi stessi; è invece indubbiamente provato che, aumentando la frequenza, peggiorano le condizioni di conservazione dei cavi.

Il testo della interessante comunicazione del Collega Emanueli sarà pubblicato integralmente.

✶

SEZIONE DI ROMA.

Il 20 giugno alle ore 21, ha avuto luogo, presso la Sede Sociale una Riunione alla quale sono intervenuti numerosi Soci e invitati.

Il *Presidente* prof. *Bordoni* apre la seduta dando ulteriori informazioni sulla prossima Riunione annuale dell'A. E. I., che si terrà in Sicilia, e sull'interesse degli argomenti che saranno trattati nelle Comunicazioni che in tale occasione si svolgeranno. Quindi dà la parola all'ing. *G. Marchesi*, il quale svolge una importante comunicazione, sulla «*Ripetizione telefonica amplificata con lampade a tre elettrodi*», la quale sarà pubblicata nel giornale dell'Associazione. La seduta viene tolta alle ore 23,30.

✶

SEZIONE DI TORINO.

Domenica 3 luglio la Federazione fra Società Scientifiche e Tecniche che comprende le Sezioni di Torino dell'Associazione Elettrotecnica Italiana e dell'Associazione Nazionale degli Ingegneri Italiani e l'Associazione Chimica Industriale, ha compiuto una *visita agli impianti di elettrificazione della linea ferroviaria Torino-Modane ed ai relativi impianti idroelettrici di Bardonecchia.*

I gitanti, in numero di circa 250, partirono alle 7 da Torino in treno speciale gentilmente messo a disposizione dall'Amministrazione delle Ferrovie di Stato. Essi sostarono ad Avigliana per visitarvi una delle sottostazioni che provvedono all'alimentazione della linea di contatto, e proseguirono quindi direttamente fino a Bardonecchia. Quivi, dopo una rapida visita alla Centrale la Comitiva si divise in due gruppi, il primo dei quali si recò su camions a visitare le opere idrauliche dell'impianto del Melezet mentre il secondo, mediante i carrelli che servono al trasporto del materiale lungo il piano inclinato, si portava ai cantieri dei grandiosi lavori di sbarramento e di derivazione dell'impianto di Rochemolle.

Il treno speciale era scortato dal capo del Compartimento Ferroviario, Comm. Ing. Edilio Ehrenfreund, dal Comm. Ing. Pavia, dal Cav. Uff. Dragone, capo del reparto movimento, dall'Ing. Savoia, capo del reparto Trazione, e dal Cav. Uff. Ing. Ferrero capo dell'Ufficio Elettrificazione di Torino. Fecero da guida durante le visite fornendo ampie spiegazioni sugli impianti i valorosi tecnici delle Ferrovie Ingegneri Ansaldi, Santi, Minucciani, Ferrante, Casini, Crugnola, Duprè ed Avigdor.

Di ritorno dalle visite la comitiva si riunì a colazione all'Hotel Sommeiller di Bardonecchia. Alle frutta il Presidente della Federazione Ing. Soleri diede lettura del seguente telegramma del Ministro dei LL. PP.:

«Spiacente non poter personalmente intervenire visita importantissimi impianti elettrificazione Bardonecchia che tanto interessano nostra regione, associomi inviando saluti e ringraziamenti a tutti gli intervenuti, augurando continuo sviluppo grandiosa applicazione elettricità. - firmato PEANO».

L'Ing. Soleri ringraziò quindi l'Amministrazione delle Ferrovie di Stato per le cortesie usate ai colleghi intervenuti, e si compiacque coi dirigenti della elettrificazione per la importanza dei lavori visitati, mettendo in rilievo come il vasto programma di elettrificazione impostato dal governo abbia il suo pieno e continuo sviluppo per merito dei tecnici delle Ferrovie che proseguono nei loro studi e lavori su molte linee secondo le direttive oramai determinate. Per tal modo si succedono con confortante sollecitudine i tronchi elettrificati di minore lunghezza mentre altri più importanti sono prossimi ad essere compiuti.

Il Prof. Lorenzo Ferraris, quale membro della Sezione seconda del Consiglio Superiore delle Acque, portò ai convenuti la assicurazione che per parte di questo autorevole corpo si provvede in pieno accordo colle Ferrovie di Stato alle deliberazioni ed agli studi delle Elettrificazioni delle Ferrovie senza alcun particolare preconcetto sui sistemi, essendo oramai superata la fase di tali discussioni, dopo la nota decisione delle regioni destinate ai vari modi di elettricazione. Portò pure la sua testimonianza che l'opera della elettrificazione procede continua e nel modo più attivo che consentono le circostanze. Propose infine telegrammi di plauso e ringraziamento al Ministero dei LL. PP., al Direttore Generale delle Ferrovie di Stato ed al Capo delle elettrificazione.

Rispose a nome delle Ferrovie di Stato il Comm. Ehrenfreund ringraziando la Federazione della sua visita e degli elogi tributati ai tecnici della Amministrazione Ferroviaria.

I gitanti fecero ritorno a Torino alle 19 sullo stesso treno speciale che li aveva trasportati a Bardonecchia.

Al telegramma trasmesso dal Presidente della Federazione il Ministro dei LL. PP. così rispondeva:

«Ringrazio sentitamente cortesi parole rivoltemi augurando che elettrificazione rete ferroviaria così sapientemente iniziata dall'Ingegneria Italiana possa essere felicemente compiuta in breve volgere di tempo. - firmato PEANO».

La gita fu preceduta da una conferenza illustrativa che l'Ing. Camillo Ferrero tenne nella Sede della Federazione la sera del 1° luglio. L'Ing. Ferrero illustrò in primo luogo i gruppi di Centrali idroelettriche che concorrono a fornire energia al sistema ferroviario ligure-piemontese, di cui fa parte la linea Torino-Modane. Detti gruppi sono tre: quello delle Centrali della Maira, in val Maira, che producono circa 85 000 HP; quello delle Centrali Negri, in val Roia, che producono circa 90 000 HP, ed infine quello della Centrale di Bardonecchia colla produzione di circa 20 000 HP ulteriormente aumentabili fino a 30 000, di cui parte già vengono sfruttati attualmente dall'impianto del Melezet.

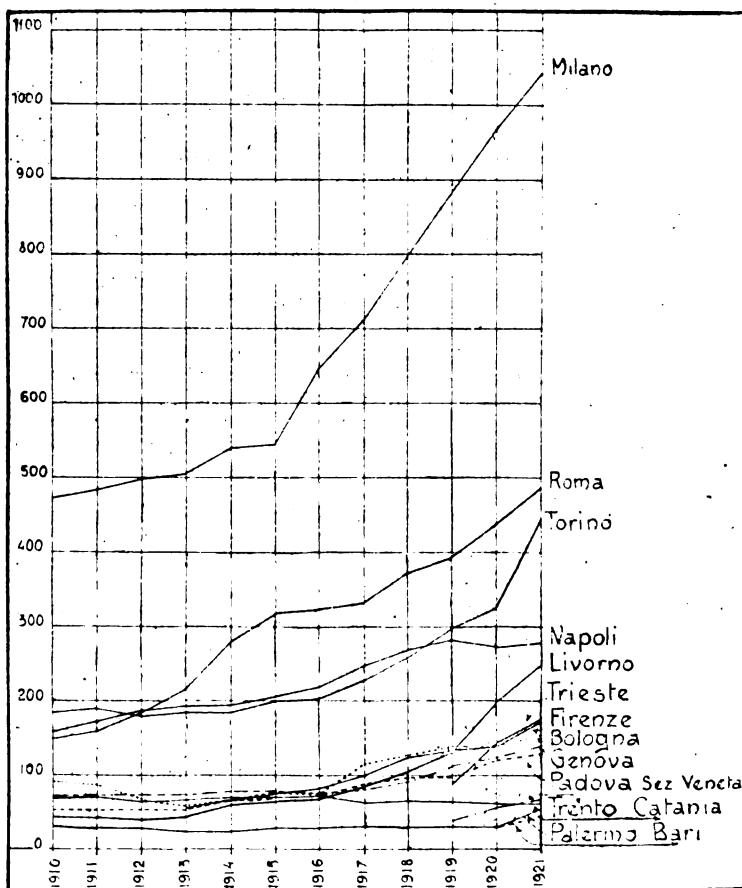
Indicò poi quali sono i sistemi di linee primarie previste per il trasporto dell'energia elettrica nei varii centri di smistamento e di consumo e, dopo descritte varie cabine di trasformazione dell'energia, passò a dare ragguagli dettagliati circa le modalità di costruzione degli impianti della linea Torino-Modane, mettendo in particolare evidenza i vantaggi notevoli di velocità e di rendimento della linea che si conseguirono in dipendenza della elettrificazione.

Ricordò inoltre il servizio intensissimo dato dal tronco elettrificato Bussoleno-Modane durante la guerra e specialmente dopo Caporetto quando fu possibile far circolare fino a settanta treni al giorno, miracolo questo che solo colla elettricità si poteva ottenere.

Infine il conferenziere passò a descrivere i nuovi impianti idroelettrici di Bardonecchia costruiti direttamente dalle Ferrovie di Stato per addurre energia alle proprie linee.

Alla fine della conferenza, che fu illustrata da una serie di interessanti proiezioni, l'Ing. Ferrero raccolse vivi applausi e congratulazioni dal numerosissimo pubblico intervenuto.

LO SVILUPPO DELLE SEZIONI DELL'A. E. I. DAL 1910

Aumento del numero dei Soci.

VOL. VIII (XXV degli Atti) 5 Agosto 1921 N. 22

L'ELETTROTECNICA

GIORNALE ED ATTI DELLA
ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

REDAZIONE ED AMMINISTRAZIONE: VIA SAN PAOLO, 10 - MILANO - TELEFONO N. 20-86
REDATTORE CAPO: A. BARBAGELATA - REDATTORI U. BORDONI - M. SEMENZA - G. VALLAURI
È GRADITA LA COLLABORAZIONE DEI LETTORI - GLI ARTICOLI DI INTERESSE GENERALE ACCETTATI DALLA REDAZIONE SONO COMPENSATI
I MANOSCRITTI NON SI RESTITUISCONO

Per le ferie annuali della Tipografia non si pubblicherà il fascicolo del 15 corrente. Faremo in compenso un numero doppio per il 25 corrente.

Il prossimo Congresso in Sicilia.

Come i lettori vedranno dalle notizie ufficiali, la data della Riunione Annuale viene fissata definitivamente dal 16 al 23 Ottobre 1921.

La Presidenza Generale e i Soci delle Sezioni Siciliane si occupano alacremente per stabilire ogni particolare del Congresso.

I calcoli di massimo tornaconto e l'arte dell'Ingegnere.

La comunicazione dell'Ing. FASCETTI che oggi pubblichiamo, chiude, almeno per il momento, la serie degli studi e delle discussioni sui calcoli di massimo tornaconto delle grandi linee elettriche; ci sia pertanto consentito di riassumere brevemente il nostro modo di vedere nella questione, senza naturalmente voler menomamente entrare nel merito dei singoli studi successivamente pubblicati.

Si può dire che la professione, o se si vuole, l'arte dell'Ingegnere, sia una continua ricerca di massimo tornaconto; tutti i problemi che nei più disparati campi della sua attività l'Ingegnere è chiamato a risolvere, si riducono quasi sempre a trovare il modo di conseguire un dato risultato con il minimo mezzo, oppure, ciò che non è sempre lo stesso, di ricavare il massimo risultato dai mezzi messi a sua disposizione. Ma appunto perchè è tutta un problema di minimo, noi siamo convinti che l'arte dell'Ingegnere non possa assolutamente ridursi all'applicazione quasi meccanica di formule per quanto ingegnosamente stabilite.

La ricerca analitica delle condizioni di minimo è senza dubbio uno strumento di grandissima utilità quando si tratti di problemi dipendenti esclusivamente da fenomeni fisici o, comunque, da leggi ben definite, e non è davvero qui il caso di citare gli innumerevoli esempi di utilissime applicazioni del procedimento. La costruzione di abbachi — i quali non siano naturalmente la semplice traduzione grafica della legge analitica — ci sembra invece di utilità già molto più discutibile quando l'applicazione del procedimento non sia di uso estremamente frequente; l'abbaco trova infatti la sua giustificazione esclusivamente nel risparmio di tempo che esso consente quando un determinato calcolo debba essere continuamente ripetuto.

Ma quando si tratta di risolvere problemi di minimo con molte variabili indipendenti, basati in gran parte su criteri economici non traducibili in formule se non per approssimazione, noi pensiamo non solo che la risoluzione analitica sia impossibile, ma che i tentativi a tale scopo diretti non siano scevri di pericoli. L'impossibilità della soluzione ci sembra evidente perchè, se così non fosse, dovrebbe essere possibile giungere, a poco a poco, a creare un formulario per la risoluzione quasi automatica di tutti i problemi dell'ingegneria! Si dovrebbe giungere, per es., dati l'andamento planimetrico ed altimetrico dei terreni, il prezzo dei materiali, il numero degli abitanti dei paesi interessati, ecc. ecc., a determinare in modo univoco il tracciato più conveniente di una nuova ferrovia!

I pericoli dei tentativi diretti a risolvere analiticamente tali problemi derivano invece dalla assoluta necessità di trascurare alcuni dati, di fare delle ipotesi semplificative, di introdurre delle approssimazioni. Ora non è detto che quello che si può trascurare in un caso, non possa assumere una grandissima importanza in altri, e può invece accadere, e lo si è visto anche nelle recenti discussioni, che taluno, sedotto dalla eleganza della soluzione o del metodo offertogli, sia indotto ad esagerarne la portata pratica dimenticando le limitazioni e le riserve saviamente indicate dall'Autore. E quanto agli abbachi, poichè si tratta di problemi vasti e complessi che ricorrono solo ad intervalli nella vita dell'Ingegnere, è evidente che per impadronirsi del loro uso penetrandone, com'è necessario, lo spirito, può occorrere di dover riprendere il problema *ab ovo*, perdendo più tempo che non ne avrebbe richiesto lo studio della questione affrontato cogli ordinari procedimenti elementari ed intuitivi.

Passando dal generale al particolare e venendo al problema delle grandi linee elettriche, noi plaudiamo sinceramente all'ingegnosità dei procedimenti immaginati dai nostri Colleghi ed apprezziamo la correttezza tecnica con cui vollero sempre precisare i limiti di impiego ed il carattere dei loro lavori; ma crediamo di trovarci proprio di fronte ad uno dei casi sopra accennati. In tutti i procedimenti si sono dovute fare delle ipotesi semplificative, ma ognun vede quanti degli elementi trascurati potrebbero assumere di volta in volta importanza preponderante, frustrando le conclusioni dei vari Autori. La necessità di opere di collegamento con reti o linee esistenti, il costo delle apparecchiature nelle stazioni terminali, l'influenza del futuro regime di servizio della linea in relazione alle perdite di energia (che hanno ben più importanza che non le perdite di potenza introdotte nei calcoli) funzione dei diagrammi di carico, del fattore di potenza, del carattere dell'energia (se di serbatoio o di acqua fluente); la natura dei terreni attraversati (citiamo a caso senza alcun ordine logico) e le conseguenti spese variabilissime di trasporto, fondazione, messa in opera dei pali, sono alcuni dei tanti elementi necessariamente trascurati e da cui, di fatto, l'Ingegnere progettista non potrà assolutamente prescindere. Diamo all'Ingegnere dei mezzi (formule od abbachi) per risolvere rapidamente e sicuramente molti dei problemi particolari in cui sempre si può scindere ogni problema più generale (come p. es. gli abbachi per la calcolazione puramente elettrica o puramente meccanica di una linea, o come i procedimenti recentemente proposti da alcuni Colleghi, fra cui lo stesso Ing. Fascetti, per il calcolo rapido del palo di minimo peso) e lasciamo poi che il progettista, con la sua esperienza, col suo sano criterio tecnico, e talora col suo intuito, valuti con dei conteggi che trarranno il loro sviluppo e la loro forza dalle condizioni reali del suo problema, tutti quegli elementi che nessuna formula potrà mai riassumere, e che potranno rendere più ardua, ma perciò stesso più nobile e più bella la sua fatica professionale!

Questioni telegrafiche e telefoniche.

Riportiamo nel presente fascicolo un ampio riassunto della seconda ed ultima parte [1] dello studio che l'Ing. G. B. SERRA, della Amministrazione dei Telegrafi e Telefoni di Stato, ha fatto di recente, allo scopo di migliorare l'attuale difettoso armamento delle linee aeree. L'entità delle somme che dovranno essere spese fra breve per modificare la rete dei conduttori, in relazione all'estendersi delle linee elettriche di trasmissione e di trazione, conferisce notevole importanza alla questione, che sarebbe bene venisse largamente discussa.

Un altro lato dello stesso problema, della sistemazione delle linee telegrafiche e telefoniche, fu trattato dal Prof. G. Di Pirro nella comunicazione « Perturbazioni induttive sui circuiti telegrafici e telefonici » da lui fatta nella Riunione Annuale dello scorso Novembre e da noi riportata quest'anno, nel fascicolo N.° 17. Ora, noi vorremmo trarre argomento da questi due lavori, l'uno di carattere essenzialmente scientifico, l'altro di carattere tecnico e pratico, usciti tutte e due dall'Istituto Superiore Postale, Telegrafico e Telefonico, per richiamare l'attenzione dei lettori sopra una questione la cui soluzione non può continuare ad essere indefinitamente ritardata.

Nella comunicazione citata, il Prof. Di Pirro, segnalando quanto è stato fatto in America, dove a cura della Commissione ferroviaria dello Stato di California è stato recentemente pubblicato un volume di circa 1200 pagine sopra i disturbi d'origine induttiva, contenente numerosi studi di carattere scientifico e pratico, invoca una maggiore intesa fra i tecnici delle deboli e delle forti correnti, per lo studio di tutte quelle provvidenze che valgano, senza ostacolare lo sviluppo dei grandi impianti, ad assicurare la regolarità dei servizi telegrafici e telefonici, che sono certamente servizi pubblici di primo ordine. E noi ci associamo interamente a questo desiderio, pur osservando che la maggiore opera, — sopratutto intesa al coordinamento ed all'orientamento delle iniziative private — dovrebbe essere svolta dagli organi tecnici, già esistenti, di carattere statale; e, in particolare, da quell'Istituto al quale il Di Pirro da anni dedica, come Direttore, tanta intensa attività. Purtroppo, sappiamo che l'Istituto Superiore P. T. T. si dibatte fra le più grandi difficoltà, sopratutto per la deficienza di personale adatto a studi così importanti e delicati; mentre in ben diversa condizione si trovano gli Istituti congeneri europei e sopratutto quelli americani; ad es. l'Ufficio di Studi della American Telegraph and Telephone Cy., comprende oltre trecento fra scienziati, ingegneri e tecnici di alto valore.

Esistono in questo momento, per il nostro Paese, problemi di grande interesse tecnico ed economico relativi ai servizi telegrafici e telefonici. Basterà, oltre quello appunto dei disturbi risentiti dalle linee telegrafiche e telefoniche, per la cui attenuazione occorrerà spendere somme ingentissime, dell'ordine delle centinaia piuttosto che delle diecine di milioni, accennare ai problemi della telefonia auto-

[1] Questo Giornale, quest'anno, pag. 288.

matica, della telefonia a grande distanza attraverso cavi, dell'impiego dei ripetitori termojonici, della telegrafia e telefonia multipla, dai quali tutti non si può prescindere ove si vogliano veramente migliorare e sviluppare i servizi, e che sono connessi con spese di centinaia di milioni. Di fronte ad interessi così ingenti, è possibile che non si vegga la opportunità di dare l'adatto personale necessario e di spendere quanto occorre, — basterebbero somme relativamente assai piccole — per sistemare un organismo che sarebbe di decoro pel il nostro Paese e dal cui funzionamento, sopratutto, potrebbero derivare notevoli economie di pubblico denaro?

Noi riteniamo di adempiere ad un nostro preciso dovere richiamando l'attenzione del nuovo Ministro delle Poste e dei Telegrafi su di questo intollerabile stato di cose.

Per migliorare ed ampliare dei servizi tecnici in così rapida evoluzione come quelli telegrafici e telefonici non basta, dato che ci siano, avere dei soldi da spendere; *occorre anche sapere come spenderli bene*: occorre studiare, esperimentare ed attuare, attuare bene e prontamente. Così si fa e da tempo, in tutti i Paesi, senza eccezione, dove questi servizi tecnici non destano quel coro di continue proteste che in Italia, purtroppo è diventato proverbiale.

L'uso dei condensatori statici per il miglioramento del fattore di potenza.

Quando, alcuni anni or sono, fu data notizia anche sul nostro Giornale dei primi tentativi per compensare le corrente reattive mediante condensatori statici, la cosa appariva ai più quasi come una curiosità, senza vera importanza pratica. Oggi parecchie Case importanti costruiscono già correntemente batterie di condensatori industriali a tale scopo, e l'Ing. LANDI dà in questo fascicolo notizie di alcuni impianti eseguiti anche da noi.

L'attività sociale e le «Norme».

A cura della Commissione permanente delle NORME viene oggi pubblicato il testo definitivo degli articoli modificati delle *Norme per gli impianti*. La nuova edizione del fascicolo completo sarà pronta fra breve.

La nuova Presidenza ha creato alcune nuove commissioni permanenti di cui pubblicheremo prossimamente l'elenco completo. Diamo oggi intanto il verbale della prima adunanza della Commissione speciale per la Telegrafia, Telefonia e Radiotelegrafia.

LA REDAZIONE.

GRANDI LINEE DI TRASPORTO - ESPRESSIONE DEL PESO DEL PALO IN FUNZIONE DELLA LUNGHEZZA DELLA CAMPATA E DEL NUMERO E DIAMETRO DEI CONDUTTORI - CAMPATA DI MASSIMA CONVENIENZA

Comunicazione presentata dal socio Ing. CARLO FASCETTI alla Sezione di Livorno il 22 aprile 1921

1) Scopo del presente studio è quello di ricercare una formula che rapidamente e semplicemente dia il peso del palo a traliccio a base quadrata, in funzione della lunghezza della campata e del numero e diametro dei conduttori.

Tale formula servirebbe per dare un'idea esatta delle variazioni del peso della palificazione in funzione dei diversi elementi che individuano una linea, e servirebbe per la determinazione, nei singoli casi, della campata di massima convenienza, la quale ha un'influenza notevolissima sul costo di una grande linea di trasporto.

Riteniamo che l'espressione del peso del palo possa essere di grande utilità specialmente nella compilazione dei progetti di massima, perchè evita la necessità di disegnare in precedenza vari tipi di pali allo scopo di paragonarli fra loro per determinare la soluzione più conveniente.

E' naturale che a base delle considerazioni che faremo si debba prendere un determinato metodo di calcolo dei pali a traliccio, ed a tale scopo abbiamo scelto il metodo di calcolo da noi proposto e pubblicato nella rivista *L'Elettrotecnica* (vol. 8 n. 8 - 15 marzo 1921, pag. 175).

2) Se si volesse fare una determinazione puramente analitica del peso del palo, si intravede subito come la soluzione che ne deriverebbe (se pur soluzione matematica fosse possibile trovare) darebbe luogo a formule complesse e di difficile risoluzione, mentre la struttura del palo a traliccio (costruito in più tronchi etc.) porterebbe ad avere dei pesi teorici poco approssimati ai pesi effettivi del palo stesso.

Nel palo a traliccio vi è una parte di ferro (mensole) che rimane praticamente costante, sia col variare della campata sia col variare del diametro del conduttore, ed un'altra parte di ferro (base nel calcestruzzo di cemento) che, pur variando con le sollecitazioni agenti sul palo, non ha con tali sollecitazioni una immediata relazione, essendo in arbitrio del progettista di variarne il peso entro limiti assai notevoli per sviluppare il blocco di fondazione sia in lunghezza sia in larghezza a seconda della natura dei terreni attraversati.

E per ciò noi riteniamo di dover tener conto soltanto del peso di ferro del palo per la sua lunghezza fuori terra, escludendo la parte di ferro annegata nel calcestruzzo e la parte di ferro occorrente per le mensole.

Indichiamo:

con L la lungh. totale del palo fuori terra espressa in m.

con T_f lo sforzo del vento sui fili di una campata espresso in kg

con T_p lo sforzo del vento sul palo espresso in kg.

Il peso del palo dipende in parte dal momento dello sforzo del vento sul palo

$$\frac{1}{2}\, T_p\, L$$

ed in parte dal momento dello sforzo del vento sui conduttori

$$\alpha\, T_f\, L$$

ove α è una costante < 1. Conglobando le costanti facciamo l'ipotesi di potere scrivere

(1) peso del palo fuori terra $= K'\, T_f\, L + K''\, T_p\, L$

Per quanto riguarda lo sforzo del vento sui pali è ammesso da tutti i costruttori che si debba assumere uno sforzo uniforme a metro

PALI PER LINEA A 80.000 VOLTS

TRECCIA RAME DA m/m^2 116,91 (49 FILI)

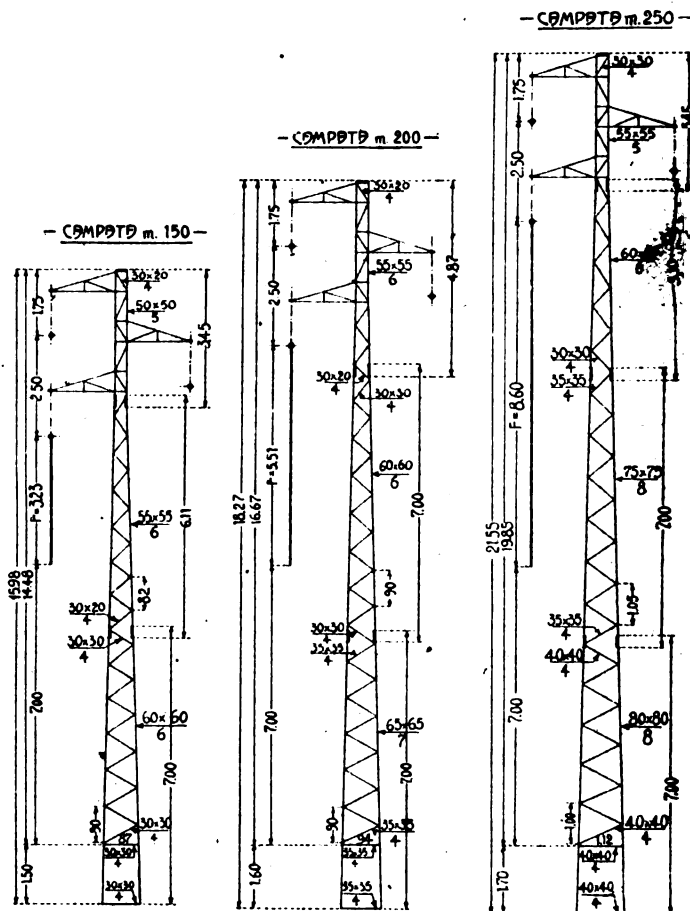



Fig. 1.

lineare di palo (ad es. kg 50 a ml) quindi l'espressione che ci dà lo sforzo del vento sul palo è $T = 50\, L$, mentre l'espressione che ci dà lo sforzo del vento sui fili è

$$T_f = n\; 0{,}07\; d\; C$$

dove:

n = numero dei conduttori

d = diametro apparente dei conduttori espresso in mm

C = campata espressa in m.

Poichè la ricerca dei valori di K' e K'' per un numero considerevole di pali, corrispondenti a dati assai diversi, ha portato a constatare che K' e K'' si possono considerare non solo costanti ma anche eguali fra loro e pari a 0,025 kg, l'espressione (1) si può scrivere

(2) $0{,}025\, (n\; 0{,}07\; d\, C + 50\, L)\, L =$ peso del palo fuori terra in kg.

Il termine $n\; 0{,}07\; d\, C + 50\, L$ non è che l'espressione della somma degli sforzi agenti sul palo. Il prodotto di tale somma per L ci dà un

momento che abbiamo chiamato *momento del peso.* Per ogni kgm di tale momento si ha un peso di palo di kg 0,025.

3) L'espressione del peso del palo (2) ricavata dall'ipotesi da noi fatta, è confermata anche da un'altra considerazione. E' facile infatti dimostrare che il peso di un ml di palo alla base è proporzionale al valore di $T_f + T_p$ e poichè l'esperienza ha dimostrato che in pali ben costruiti il peso del palo è proporzionale al peso alla base moltiplicato per L, ne deriva che il peso di un palo deve esser dato dall'espressione $K\,(T_f + T_p)\,L$.

D'altra parte non resta che applicare la formula (2) in numero sufficiente di casi, e calcolando e disegnando i pali col metodo da noi proposto, verificare il grado di approssimazione della formula stessa. Vedremo così come tale grado di approssimazione sia sempre più che sufficiente per lo studio di massima di una linea.

Gli esempi che presentiamo sono dati per una serie di nove pali, per una terna di conduttori a 80 000 volt, tre dei quali sono stati calcolati per corda di rame da 40 mm² di sezione, $d = 9$ mm e campate di metri 150 - 200 - 250; tre per corda di rame di 79,3 mm², $d = 12{,}6$ e campate di m 150, 200 e 250; e tre per corda di rame di 116,91 mm² di sezione, $d = 15{,}3$ mm e campate di m 150 - 200 e 250; sollecitazione unitaria massima nei conduttori = 13 kg per mm² (fig. 1, 2 e 3).

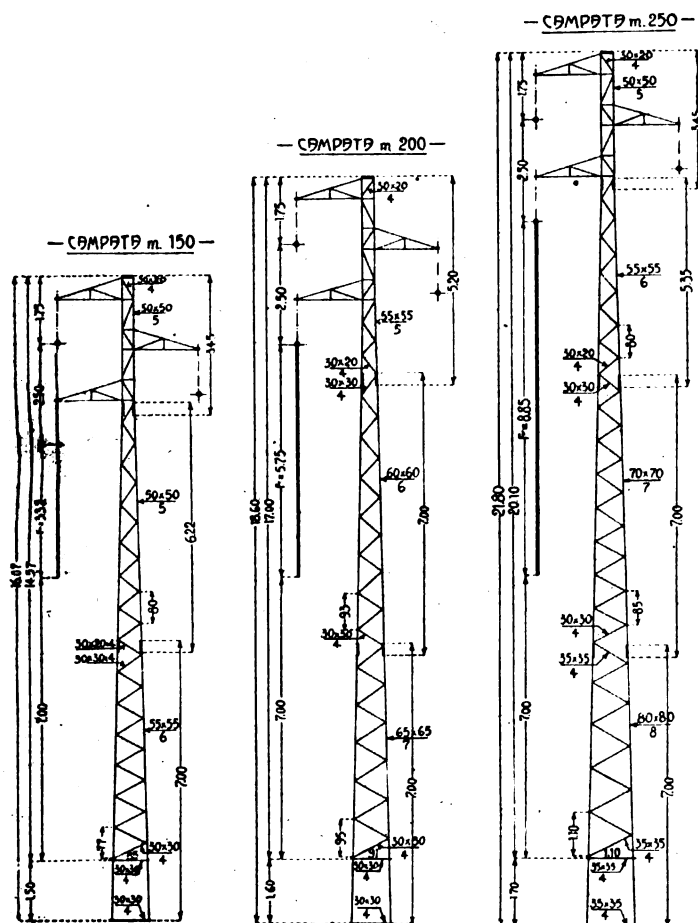



Fig. 2.

Nella tabella seguente sono segnati i pesi dei pali ottenuti con la formula (2) (P (2)) e quelli effettivi ricavati dai disegni dei pali calcolati caso per caso. (P eff.).

d mm	s mm²	C m	P (2) kg	P eff. kg
9	40	150	392	394
		200	574	576
		250	831	842
12,6	79,3	150	410	402
		200	587	585
		250	837	821
15,3	116,9	150	436	431
		200	615	606
		250	891	891

4) Potrebbe venire il dubbio che la grande approssimazione della formula da noi proposta fosse dovuta al fatto di avere scelto un unico tipo di palo (cioè: tensione 88 000 volt, 1 terna, distanza dei conduttori m 2,50) e potrebbe credersi che variando la forma della testa del palo vari per lo meno il coefficiente K.

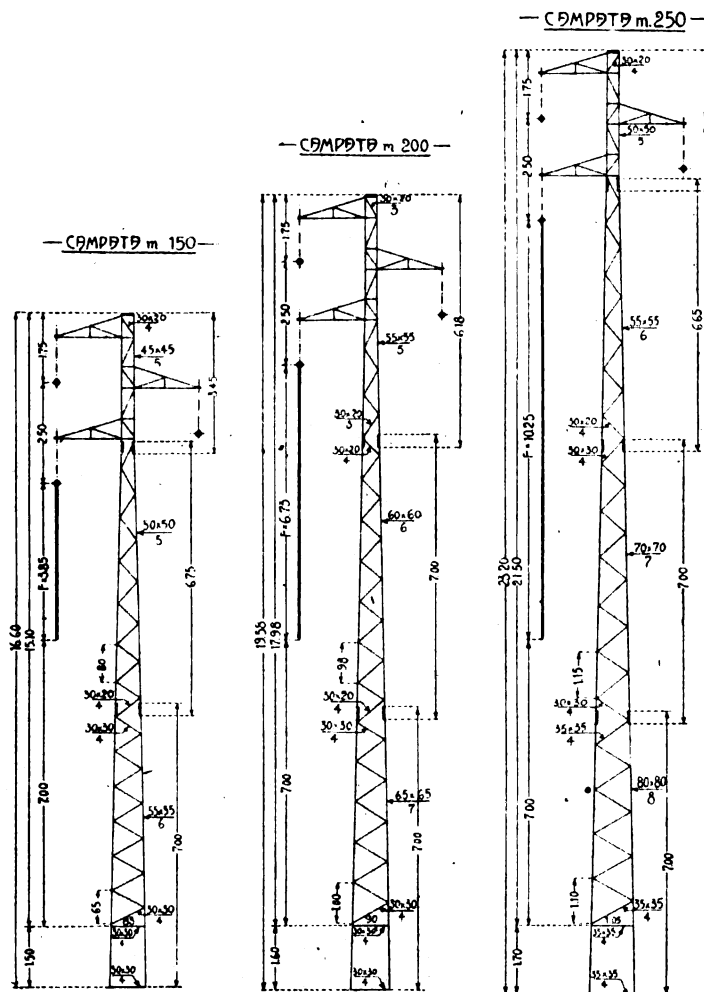



Fig. 3.

Ma dobbiamo far notare come la formula da noi proposta sia generale e si possa applicare qualunque sia il numero dei conduttori e la forma della testa del palo.

La fig. 4 infatti rappresenta il disegno di:

Palo a). $C = 200$ m, 80 000 volt, 2 terne di conduttori di treccia di rame a 49 fili, $s = 79{,}3$ mm².

P (2) = kg 991 $\qquad$ P eff. = kg 975

Palo b). $C = 200$ m, 30 000 volt, 2 terne di conduttori di treccia di rame a 7 fili $s = 33$ mm², 1 filo di terra treccia di ferro a 7 fili $s = 33$ mm², 2 fili telefonici di acciaio $s = 7$ mm².

P (2) = kg 870 $\qquad$ P eff. = kg 848

Dal confronto dei pesi dati dalla formula (2) e dei pesi effettivi si deduce che l'approssimazione della formula è la stessa dei casi precedenti.

5) Può sorprendere il grado di approssimazione della formula da noi proposta (2). Infatti se tale formula fosse anche l'espressione esatta del peso dei pali in funzione del diametro dei conduttori e della campata, come è possibile che calcolando e disegnando effettivamente un palo si abbiano valori effettivi tanto prossimi ai valori dati dalla formula (2) quando si pensi che il palo, ad arbitrio del progettista, viene diviso in più tronchi, in ciascuno dei quali si conserva, anche se non necessario, la stessa sezione dei montanti e della intralicciatura?

La spiegazione di quanto sopra crediamo di poterla trovare nel sistema adottato per il calcolo dei pali stessi.

Infatti chi ha studiato il nostro metodo di calcolo dei pali avrà notato come in qualunque punto del palo, pur variando anche notevolmente la sezione dei montanti, si abbia sempre lo stesso peso per unità di lunghezza di palo inquantochè ad ogni aumento del peso dei montanti corrisponde un'equivalente diminuzione del peso dell'intralicciatura.

Nel nostro studio dimostravamo infatti come si possa costruire un palo rispondente a determinati requisiti anche con sezioni di montanti diverse da quelle teoricamente occorrenti senza che per questo venga ad aumentare sensibilmente il peso del palo stesso.

Ecco perchè, benchè sia in arbitrio del progettista la divisione del palo in tronchi di diverse lunghezze il peso del palo non varia notevolmente, e l'approssimazione della nostra formula (2) si mantiene nei limiti voluti.

Fig. 4.

6) E' interessante riscontrare come, a parità di campata, vari il peso del palo col variare del diametro e della sezione dei conduttori. Riferendoci ai tre casi ora studiati abbiamo riportato sopra un sistema di assi ortogonali, sulle ordinate il peso dei pali e sulle ascisse il valore delle campate. Le curve segnate nel diagramma (fig. 5) ci mostrano come col variare della sezione dei conduttori, a parità di campata, la variazione del peso del palo sia piccolissima.

Infatti con l'aumentare del diametro del conduttore mentre aumenta il valore del termine $n\,0{,}07\,d\,C$ in funzione di d, diminuisce notevolmente la freccia con l'aumentare di d, e quindi diminuisce sensibilmente il valore di L (vedi oltre § 8).

Si ha così che mentre per una terna di conduttori di treccia di rame di 49 fili $d = 9$ mm $S = 40$ mm², il peso del palo fuori terra per campata uguale 200 ml è di kg 576; per una terna di conduttori, corda di rame a 49 fili $d = 15{,}3$ mm $s = 116{,}91$ mm² e campata di ml 200 il peso del palo è di kg 606.

Cosicchè ammettendo che oggi il costo del rame sia di L. 8 il kg ed il costo del ferro lavorato sia di L. 2 il kg, per ogni 200 m di linea si avrà un aumento di spesa pel rame di L. 3288 al quale corrisponde un aumento nel costo della palificazione di L. 60.

7) La formula che ci dà il peso del palo

$$P = 0{,}025\ (n\,0{,}07\,.\,d\,.\,C + 50\,.\,L)\ L$$

è di facilissima applicazione ma per la determinazione della lunghezza L richiede la conoscenza dei valori della freccia massima dei conduttori di diametro d per le diverse campate, tenendo conto della sollecitazione massima ammessa nel rame.

Cerchiamo di vedere quale forma abbia la legge di dipendenza tra freccia massima, diametro dei conduttori e campata e per semplicità riferiamoci a conduttori costituiti da filo di rame.

Praticamente e senza errori apprezzabili si può considerare la curva assunta dai conduttori disposti su appoggi allo stesso livello come una parabola avente la stessa ampiezza di campata e la stessa freccia

Fig. 5.

della catenaria corrispondente. L'equazione della freccia espressa in in m; si può scrivere:

$$f = \frac{1}{8}\ p\ C^2\ \frac{1}{\sigma}$$

dove

p = peso unitario con sovraccarico in kg per ml e per mm² di sezione

C = campata in ml

σ = tensione unitaria dei fili in kg per mm².

Fig. 6.

Il valore di p, dipende dalla entità del manicotto di ghiaccio o di neve che si presume possa formarsi

$$p = p_p + \frac{p_g}{s} \tag{3}$$

dove p_p = peso proprio in kg per ml e mm² = 0,00893

p_g = sovraccarico di ghiaccio o di neve in kg per ml

s = sezione del filo in mm².

La pressione del vento sopra un filo p_v espressa in kg per ml si può ritenere

$$p_v = 0{,}07\ d$$

dove d = diametro dei fili in mm
quindi nel caso in cui si tenga conto del peso proprio dei fili senza manicotto di ghiaccio e della pressione del vento

$$p = \sqrt{p_v^2 + \left(\frac{p_v}{s}\right)^2}. \tag{4}$$

Riferendosi a quest'ultimo caso, si ha

$$p = \sqrt{0{,}009^2 + \left(\frac{0{,}07 \cdot d}{s}\right)^2} = \sqrt{0{,}000081 + \frac{0{,}0079}{d^2}}$$

$$f = \frac{1}{8}\left(0{,}000081 + \frac{0{,}0079}{d^2}\right)^{\frac{1}{2}} \frac{C^2}{\sigma} = \left(0{,}00000126 + \frac{0{,}000123}{d^2}\right)^{\frac{1}{2}} \frac{C^2}{\sigma}$$

L'altezza del palo (fig. 6) si può indicare con L $L = h + f$, dove $h = a + b$ costante per una determinata linea

$$L = h + \left(0{,}00000126 + \frac{0{,}000123}{d^2}\right)^{\frac{1}{2}} \frac{C^2}{\sigma}$$

E' interessante intanto vedere qual'è la lunghezza del palo per ogni metro di linea in funzione della campata

$$\frac{L}{C} = \frac{h}{C} + \left(0{,}00000126 + \frac{0{,}000123}{d^2}\right)^{\frac{1}{2}} \frac{C}{\sigma}$$

(vedi fig. 7).

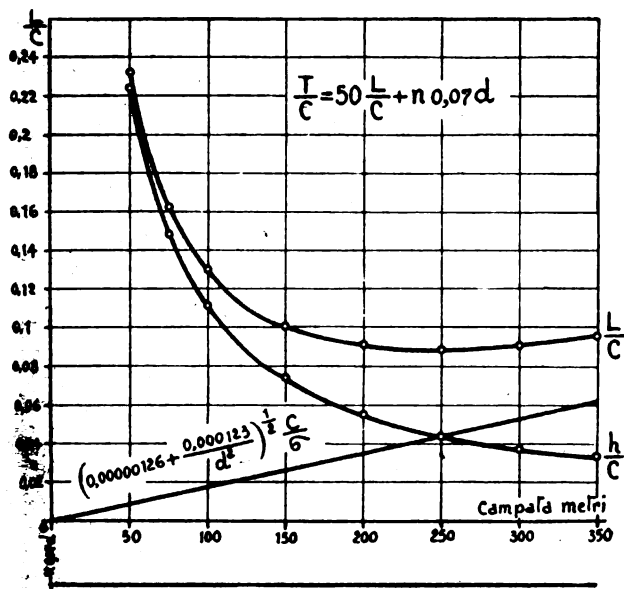



Fig. 7.

Il primo termine di questa equazione è direttamente proporzionale ad h e dipende da b, altezza da terra del punto più basso del più basso filo e che si sceglie sempre circa 7 metri, e dalla quota a dipendente, nelle grandi linee di trasporto, esclusivamente dalla tensione.

Il secondo termine dipende dal diametro del conduttore e dalla sollecitazione unitaria massima ammessa nei conduttori.

Per una linea con conduttori di diametro d il 2° termine è inversamente proporzionale a σ.

Dal diagramma si rileva che le ordinate della curva $\frac{L}{C}$ sono date dalla somma delle ordinate di una retta e di una iperbole.

Il minimo valore di $\frac{L}{C}$ si ha quando

$$-\frac{h}{C^2} + \left(0{,}00000126 + \frac{0{,}000123}{d^2}\right)^{\frac{1}{2}} \frac{1}{\sigma} = 0$$

cioè per

$$C = \sqrt{\frac{h\,\sigma}{\left(0{,}00000126 + \frac{0{,}000123}{d^2}\right)^{\frac{1}{2}}}}$$

8) Indicando con T_p la pressione del vento sui pali ed ammettendo sul palo una pressione di 50 kg per ml si ha che T è uguale a

$$T = T_f + T_p = n \cdot 0{,}07\ d\,C + 50\,L$$

Quindi il diagramma che ci dà i valori di $\frac{L}{C}$ in funzione di C ci dà anche i valori di $\frac{T}{C}$ moltiplicando la scala delle ordinate per 50 e spostando in basso l'asse delle ascisse di un valore $= n\,0{,}07\ d$.

Quindi il minimo valore di $\frac{T}{C}$ si ha per la stessa campata per la quale si ha il minimo valore di $\frac{L}{C}$.

Fissate così le formule che esprimono i valori di L e di T

$$L = h + \left(0{,}00000126 + \frac{0{,}000123}{d^2}\right)^{\frac{1}{2}} \frac{C^2}{\sigma}$$

$$T = n\ 0{,}07\ d\,C + 50\,L$$

possiamo ricavare l'espressione che ci dà il peso della palificazione a ml di linea e cioè

$$\frac{TL}{C} = n\,0{,}07\,d\,h + \frac{50\,h^2}{C} + 100\,h\left(0{,}00000126 + \frac{0{,}000123}{d^2}\right)^{\frac{1}{2}} \frac{C}{\sigma} + n\ 0{,}07\ d\left(0{,}00000126 + \frac{0{,}000123}{d^2}\right)^{\frac{1}{2}} \frac{C^2}{\sigma} + 50\left(0{,}00000126 + \frac{0{,}000123}{d^2}\right) \frac{C^3}{\sigma^2}$$

Tale curva riportata nel grafico (fig. 8) dà un'idea abbastanza chiara della variazione del peso del palo a ml di linea col variare

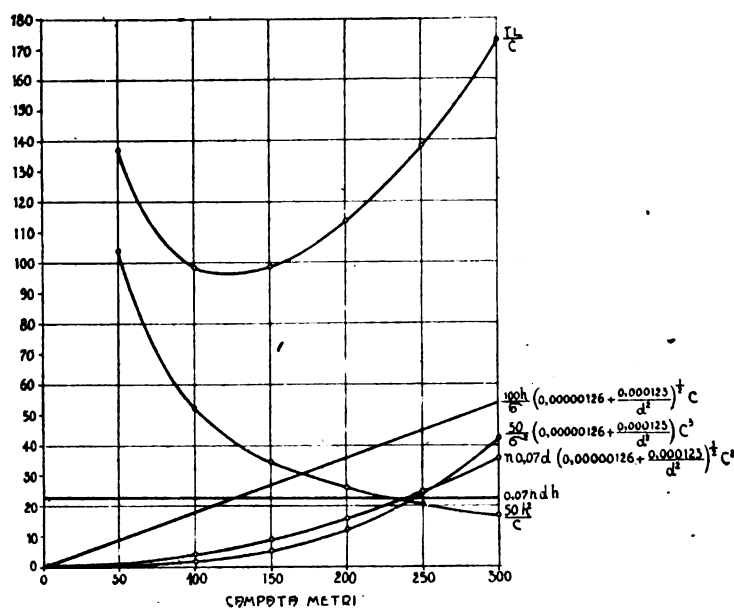



Fig. 8.

della campata ed è una funzione delle variabili indipendenti n, h, d, σ. Ogni punto di tale curva è dato dalla somma dei punti corrispondenti, della iperbole $\frac{50\,h^2}{C}$ della retta $100\,h\left(0{,}00000126 + \frac{0{,}000123}{d^2}\right)^{\frac{1}{2}} \frac{C}{\sigma}$ della parabola $n\,0{,}07\left(0{,}00000126 + \frac{0{,}000123}{d^2}\right)^{\frac{1}{2}} \frac{C^2}{\sigma}$ e della parabola cubica $50\left(0{,}00000126 + \frac{0{,}000123}{d^2}\right) \frac{C^3}{\sigma^2}$

E' evidente come per diminuire notevolmente il peso di palo per determinati valori di C, d, n, convenga aumentare al massimo possibile la sollecitazione unitaria del rame σ e diminuire l'altezza h.

9) Per la ricerca della campata di massima convenienza è più semplice, più rapido e più approssimato adoperare la formula

$$\frac{P}{C} = 0{,}025\left(n\ 0{,}07\ d + \frac{50\,L}{C}\right) L$$

Riportando sulle ordinate di un sistema di assi ortogonali il valore di $\frac{P}{C}$ e sulle ascisse il valore di C si ha una curva che ci dà il peso del palo a ml di linea in funzione della campata, e quindi in opportuna scala l'aggravio annuo derivante dalla parte del peso di ferro variabile con la C.

Prendendo in esame il costo del ferro occorrente per le mensole e degli isolatori è da osservare che l'aggravio annuo corrispondente è inversamente proporzionale a C, quindi chiamando con

C_i il costo degli isolatori per palo
C_m il costo delle mensole per palo
η_i l'interesse ed ammortamento del costo degli isolatori
η_m l'interesse ed ammortamento del costo delle mensole

si ha che

$$\frac{C_i\,\eta_i}{C} + \frac{C_m\,\eta_m}{C}$$

ci dà l'aggravio annuo a ml di linea corrispondente al costo delle mensole e degli isolatori.

Riportando tali valori sul diagramma e sommando i punti corrispondenti dell'aggravio annuo dovuto al palo, si ha la curva che dà la somma degli aggravi annui.

Il punto più basso di tale curva ci indica, in prima approssimazione, la campata minima da scegliere. Infatti le spese di espropriazione, danni, montaggio linea, e montaggio dei pali, non possono che diminuire con l'aumentare della campata.

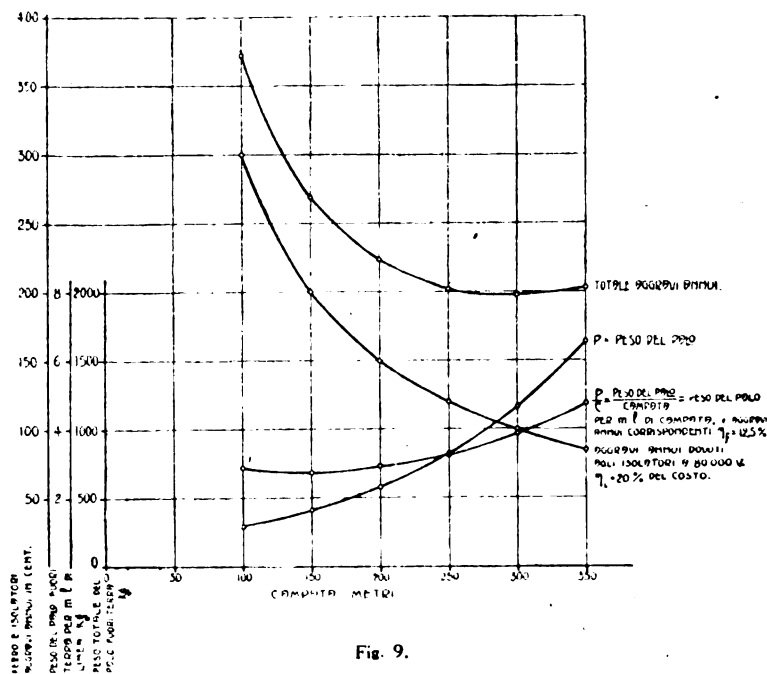



Fig. 9.

Fig. 10.

Del resto mentre è impossibile poter introdurre a priori nel calcolo l'aggravio dovuto agli espropri ed ai danni è sempre possibile calcolare anche esattamente l'aggravio dovuto alla posa in opera dei pali. Infatti una volta trovato in prima approssimazione la C di massima convenienza, come sopra detto, basterà disegnare i pali per le campate ad es. $C + 30_m$ e $C + 60_m$, calcolare i blocchi di fondadazione, e tenendo conto sia del costo di detti blocchi sia del costo del ferro annegato nel blocco, riportare sul diagramma l'aggravio annuo corrispondente per vedere come si sposta il minimo della curva che dà la somma di tutti gli aggravi.

Occorre verificare infine se la catena degli isolatori hà la resistenza meccanica sufficiente per la campata calcolata.

Esempio (fig. 9 e 10).

Nella fig. 9 è riportato l'esempio della determinazione della campata di massima convenienza per una linea trifase ad 80 000 Volt costituita da una terna di conduttori di treccia di rame a 49 fili della sezione di mm² 79,3 ciascuno. Si è tenuto conto in prima approssimazione, soltanto del ferro e degli isolatori. Nonostante ciò quando si passi dalla campata di m 200 alla campata di m 150 si ha un aumento di aggravio annuo di circa il 20% ciò che dimostra l'importanza che ha la determinazione della campata di massima convenienza sul totale degli aggravi annui. Tale importanza si nota anche maggiormente nell'esempio riportato nella fig. 10.

10) CONCLUSIONI. — Quanto sopra esposto completa lo studio della calcolazione dei pali, ed oltre a dare una visione sintetica degli elementi che si debbono tener presenti nello studio della palificazione, riteniamo possa portare un contributo allo studio della determinazione della sezione dei conduttori e della tensione di linea più conveniente per una grande linea di trasporto.

Resta infatti dimostrato come lo studio della palificazione sia un problema completamente indipendente dallo studio della sezione dei conduttori e della tensione di linea, poichè abbiamo veduto come anche triplicando la sezione dei conduttori non vari in modo apprezzabile il costo della palificazione quando si ritenga costante la campata.

Per quanto riguarda la tensione si potrebbe osservare che con l'aumentare della tensione aumenta la distanza fra i fili e quindi aumentando l'altezza del palo aumenta il peso della palificazione; ma ricordiamo che mentre con l'aumento della tensione di linea l'aumento della lunghezza del palo è sempre molto piccolo, ed in ogni caso variabile a seconda della volontà del progettista, altri elementi intervengono a far variare la lunghezza del palo ad arbitrio del progettista, quali: la distanza del più basso filo da terra e la sollecitazione unitaria massima ammessa nel conduttore. Questo elemento da solo può determinare delle variazioni di lunghezza del palo quattro o cinque volte maggiori di quelle dovute alla tensione.

Riteniamo quindi senz'altro che lo studio della palificazione sia uno studio che debba esser fatto dopo aver determinato la sezione dei conduttori e la tensione di linea più conveniente. Mentre la determinazione della sezione dei conduttori e della tensione è un problema che dipende principalmente dal costo del kW anno e del rame, la determinazione della soluzione più conveniente per la palificazione dipende dal costo degli isolatori e del ferro.

Si potrà osservare che anche la determinazione della sezione dei conduttori e della tensione, oltrechè dal costo del kW anno e del rame, dipende anche dal costo dell'isolatore, cosicchè questo rappresenta l'anello di congiunzione fra i due problemi. Ciò in linea generale è vero; ma tale anello di congiunzione è talmente elastico che è facile trovare elementi per avvicinare ed allontanare i due problemi in varia misura.

Riassumendo noi riteniamo che per lo studio di una grande linea di trasporto si debba procedere nel modo seguente:

1) Trovare col nostro grafico (*L'Elettrotecnica*, 5 Aprile 1921, vol. 8, N. 10, pag. 218 - studio degli Ingg. Fascetti e Melinossi) la tensione di linea V e la sezione dei conduttori s che rappresentano la soluzione di massima convenienza in rapporto al costo del rame e del kW-anno.

2) Scegliere per la tensione V il tipo di isolatore ed il numero di elementi n da mettere in catena, con i criteri che si ritengono più razionali per la linea da costruire.

3) Verificare se, tenendo conto del costo degli isolatori scelti, la V e la s prima definite rappresentino ancora la soluzione di massima convenienza. Per far ciò si procede nel modo seguente:

Stabilita come sopra detto la tensione V, la tensione s ed il tipo di isolatore, si può avere la somma degli aggravi annui a km di linea dovuti alle perdite di linea al costo del rame e degli isolatori.

Togliendo un isolatore alla catena si viene a stabilire una tensione $V' < V$ ed in rapporto alla tensione V' una sezione s' la quale deve corrispondere alla densità di massima convenienza, come è specificato nello studio sopra citato. Si ha così una nuova soluzione con la tensione V' la sezione s' e isolatori $n - 1$.

Se la somma degli aggravi annui a km di linea dovuta alle perdite, al costo del rame e degli isolatori, è per questa soluzione maggiore degli aggravi riscontrati per la prima soluzione, si può essere sicuri che la prima soluzione è quella di massima convenienza, in caso contrario si sceglie la seconda soluzione.

4) studiare la palificazione con i criteri esposti nel presente studio.

DISPOSITIVI E MATERIALI PER L'ARMAMENTO DELLE LINEE TELEGRAFICHE E TELEFONICHE (PARTE II) (1)

Ing. G. B. SERRA

Andamento del servizio sulle linee telegrafiche e telefoniche.

L'elettrificazione delle ferrovie imporrà all'Amministrazione italiana dei Telegrafi e dei Telefoni un duro lavoro, giacchè molte linee dovranno essere o parzialmente spostate e rinnovate, o, comunque, condotte assai lontano dalla rete ferroviaria.

Cesserà per tal modo la comodità di poter inviare ad ogni più piccolo casuale guasto un agente per gli opportuni provvedimenti, ed in generale le linee non potranno più essere vigilate con l'assiduità che è possibile quando esse seguono le ferrovie. I nuovi armamenti, pertanto, dovranno risultare sotto ogni riguardo definitivi nel primo impianto e costantemente in piena efficienza, affinchè il traffico telegrafico e telefonico riesca garantito in ogni tempo, senza che essi abbiano bisogno d'altro se non della manutenzione ordinaria; per essi dovrà quindi verificarsi il noto principio di economia industriale, secondo cui un lavoro qualsiasi deve riescire perfetto in ogni sua parte fin dall'origine, talchè debba essere eseguito « una volta sola ».

Oggi, invece, nelle linee telegrafiche - telefoniche avviene che una semplice pioggia, il manifestarsi della nebbia, lo spirare di vento a scirocco non solo determinino la necessità di frequenti ripari, ma rendano stentata e talvolta nulla la corrispondenza. E' del resto appena necessario di rammentare ciò che a tutti i telegrafisti è, purtroppo, ben noto, che cioè le linee costiere e maremmane non sono perfettamente utilizzabili se non nelle circostanze di sole splendente ed aria serena. In ogni caso, conviene stabilire che l'elettrificazione delle ferrovie condurrà fatalmente a dover prospettare nell'esercizio dei telegrafi e dei telefoni la questione dell'essere o non essere, giacchè senza un impianto costruttivamente perfetto, il regolare servizio telegrafico telefonico non sarà, per le linee lontane dalla rete ferroviaria, praticamente possibile; che se invece si vuole ad ogni costo rendere effettuabile la sicura trasmissione della corrispondenza su tali linee, ciò non potrà ottenersi se non con impianti eseguiti a tutto rigore, e nei quali le gravi deficienze oggi esistenti e concernenti la messa in opera, i sistemi costruttivi, l'efficacia della manutenzione vengano inesorabilmente rimosse.

Per illustrare a quali danni tali deficienze dian luogo nel servizio pratico, sarà opportuna qualche esemplificazione. Quando un filo di linea viene trascinato sul terreno o tirato al disopra dei porta isolatori metallici (traverse, bracci curvi, ecc.) lesionandosi o disperdendo parte della sua zincatura di ricoprimento, come altra volta si è accennato, tale filo appena in opera ha già perduto, in ragione della sua minor durata nelle condizioni prescritte dal relativo capitolato speciale, il 60 - 80 per cento del suo valore tecnico e finanziario; ma ciò riesce ancora insignificante a confronto del danno incalcolabile che, in conseguenza del deperimento dello spezzone di filo avariato, deriva a tutto il tronco di linea di cui lo spezzone stesso fa parte, giacchè il guasto locale rende inservibile l'intero tronco. Quando anche pochi isolatori saltuariamente su di una lunga linea, siano o lesionati, o rotti, od abbattuti sul proprio sostegno, la linea non si interrompe, ma perde in efficienza tanto che poi, durante le intemperie, in mezza giornata di penoso lavoro l'operatore non ottiene la produzione che sulla medesima linea potrebbe avere senza difficoltà in mezz'ora di regolare servizio. Quando, infine, per un qualsiasi motivo in una linea verificansi dei difetti di isolamento e la corrispondenza resta impedita, occorre considerare che da ciò deriva, oltre all'intralcio della corrispondenza medesima, anche un danno economico gravissimo. Dal punto di vista industriale anzi, per una grande linea in tali condizioni, si dovrebbe computare che restano inutilizzati e quindi improduttivi sia il personale degli uffici ad essa adibito, sia le macchine relative, di molto valore, nonchè i locali da queste occupati, sia lo stesso tronco di linea, che per le grandi comunicazioni rappresenta capitali cospicui. Non solo: occorre considerare pure che fra le grandi città sono stabilite comunicazioni elettriche numerose, aventi insieme valori fortissimi, ma che invece talvolta vengono tutte riconosciute inadatte per garantire quell'unica comunicazione, la quale, se attivata a buon servizio, basterebbe da sola ad assicurare la regolarità del traffico fra due dei centri considerati. In tal caso i valori fortissimi di cui si è fatto cenno, restano del pari improduttivi.

Ora, lo stato di cose più su esposto non potrà essere tollerabile nei nuovi impianti, specie se questi debbano essere eseguiti lungi dalla rete ferroviaria.

Per le linee maremmane e costiere poi, si può fin d'ora asserire che i provvedimenti accennati costituiscono la condizione indispensabile e minima per assicurare l'andamento del traffico telegrafico e telefonico. Ivi non potranno essere ammesse le consuete disquisizioni relative ad economie nei lavori; ivi il comodo procedimento del « *tagliare, inchiodare ed andare avanti* », come un abile guardafili napoletano definiva i sistemi oggi spesso in uso per l'impianto delle linee (« *taglie, nchiuove, jesce nante!* », egli diceva), deve essere bandito; ivi un meticoloso lavoro di vigilanza, dovrà essere ininterrottamente e coscienziosamente eseguito, ad ogni costo, se ivi si vuole un servizio telegrafico telefonico.

Protezione dei ferri di armamento delle linee.

Nel precedente articolo (pag. 288) si è visto quali disposizioni di indole costruttiva, siano necessarie per assicurare uno stabile armamento delle linee. Conviene ora esaminare quali siano le disposizioni di indole tecnologica occorrenti per la protezione dei ferri che in generale costituiscono gli armamenti delle condutture elettriche.

Ruggine del ferro. — I chimici sono d'accordo nell'ammettere che la ruggine del ferro sia costituita da un miscuglio di varî ossidi del metallo (ossidi ferroso e ferrico), di varî idrati (idrossidi del ferro) ed infine di un numero variabile di molecole d'acqua (idratazione degli ossidi). La maggior parte della ruggine che naturalmente producesi sui ferri esposti agli agenti atmosferici, proviene dall'azione dell'anidride carbonica sul metallo, giacchè una piccola quantità di questo gas, il quale, come è noto, si trova nell'aria, può favorire la ossidazione di una quantità illimitata di ferro.

Le accennate azioni chimiche sono tra le principali, ma non le sole che determinano la produzione della ruggine. I cloruri alcalini e cioè principalmente il cloruro di sodio ed il cloruro di potassio, come del resto anche altri sali e specie il cloruro di magnesio, hanno la proprietà di attivare grandemente la formazione della ruggine. La medesima proprietà va attribuita all'azione dell'acqua ossigenata.

Occorre ancora mettere in rilievo che la ruggine non investe il ferro solo superficialmente, ma ha spiccata azione di penetrazione nell'interno della massa metallica. Anzi, poichè tale concetto è fondamentale ai fini della ricerca dei mezzi di protezione del metallo, conviene rendersene chiaro conto, ed all'uopo è opportuno stabilire un grossolano ma giusto confronto tra ferro e legno, dal punto di vista della conservazione del materiale: alla stessa guisa che il legno viene distrutto dal tarlo, tanto superficialmente quanto in profondità, così l'idrossidazione agisce sul ferro, attaccandolo con eguale energia, tanto nelle zone esteriori quanto in senso radiale, verso l'interno del pezzo.

Vernici. — L'amministrazione italiana dei telegrafi fa uso di alcune vernici generalmente a base di olii essiccativi di lino, i quali hanno la nota proprietà, quando sono distesi in strati sottili ed in contatto dell'aria, di disseccare sotto forma di masse tenaci e trasparenti, assorbendo ossigeno.

La vernice più frequentemente adoperata tanto nella nostra Amministrazione quanto presso tutti gli stabilimenti di costruzioni metalliche, è quella costituita da olio di lino cotto e minio di piombo. Tale preparato è tenuto universalmente in pregio, sopratutto nell'applicazione della « prima mano » sui ferri e legnami, oltre che per il prezzo conveniente, anche per l'efficacia della protezione ottenibile, giacchè il minio di piombo ha tendenza a convertirsi nell'ossido superiore (ossido pulce): a simiglianza dell'olio essiccativo, esso perciò fissa ossigeno, concorrendo così a neutralizzare l'azione degli agenti atmosferici.

Un'altra vernice è quella a base di olio di lino cotto e nero fumo. Quest'ultimo costituisce una sostanza totalmente inerte: e se ha il pregio di un grande potere ricoprente e colorante, ha lo svantaggio che la tinta nera opaca conferisce al pezzo verniciato il massimo coefficiente di assorbimento del calore raggiante, ciò che nei nostri climi è dannoso.

Ma le vernici a base di olio di lino cotto risultano tutte più o meno permeabili all'acqua, coll'andar del tempo esse diventano friabili e perciò si guastano, diventando inutili. Gli è perciò che in pratica, per rendere meno sensibili tali inconvenienti, si usa di applicare ai pezzi da proteggere, non una, ma varie mani di verniciatura, da rinnovare in seguito periodicamente.

(1) Vedasi *L'Elettrotecnica*, N. 13 – Riassunto dalla Rivista *Telegrafi e Telefoni*, Roma, 1920, N. 5.

Oltre a quelle citate, vien fatto frequente uso di una terza vernice, a base però unicamente di olio pesante di catrame, la quale, relativamente poco costosa, risulta tuttavia di scarsa o di nessuna utilità, giacchè quando, in un breve spazio di tempo, vengono evaporate nell'atmosfera le parti volatili di essa, il velo residuale va soggetto a screpolarsi, lasciando scoperto il pezzo da proteggere.

Linee costiere-maremmane o comunque esposte ad esalazioni.

Per fissare i particolari di costruzione e di protezione di queste linee, è indispensabile:

1° — Una esatta conoscenza delle cause che determinano il deperimento dei materiali di armamento, nonchè l'efficacia delle protezioni relative.

2° — L'esame di esemplari del materiale di armamento, provenienti da località maremmane o marittime.

3° — Tener presente che nelle dette località alcuni dei vecchi bracci diritti ancora in opera risultano nell'apparenza esteriore ingrossati fino a riempire la campana interna degli isolatori, la quale spesso è stata rinvenuta rotta; inoltre, talune traverse sono corrose per modo che la rispettiva lamiera risulta in qualche punto perforata.

E cominciamo dall'esaminare i resti di ciò che furono i quattro bracci porta isolatori, fotografati nelle fig. 1 - 2. Quale rovina siasi verificata nei detti bracci, risulta ben visibile e riesce ancor più evidente quando si pensi che il diametro del tondino era, originariamente, di m/m. 19. Come può osservarsi, le parti protette, e cioè quelle collocate nell'interno dell'angolare e coperte da dadi come pure le parti destinate all'innesto con l'isolatore, sono rimaste quasi intatte. Ciò può

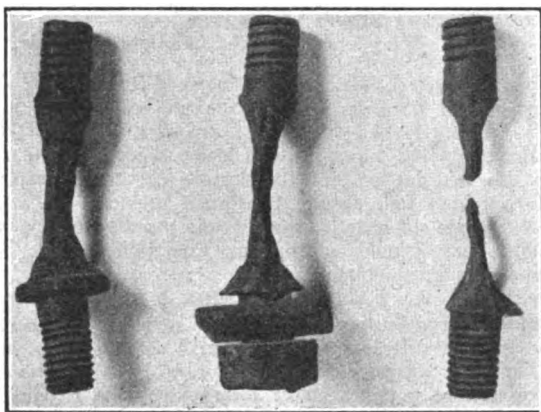



Fig. 1.

spiegarsi, per la parte inferiore, col fatto che gli agenti atmosferici non hanno potuto avere su di essa che un'azione di gran lunga meno efficace; e per la testa col fatto che mentre dagli innesti veniva impedito all'aria esterna di raggiungere la superficie metallica del sostegno, gli innesti medesimi hanno poi tamponato nell'interno dell'isolatore gli olii di catrame di cui era impregnata la funicella di guarnizione, olii che perciò sono rimasti aderenti al metallo, proteggendolo dall'ossidazione.

Come risulta dalla fig. 1, la vera grande distruzione dei bracci diritti si è verificata nella zona mediana, che risulta tutta pressochè egualmente logora, malgrado la porzione più alta di essa, circondata dalla campana interna dell'isolatore, si trovasse protetta dalle intemperie assai meglio della porzione inferiore, rimasta libera nell'atmosfera.

Simile uniformità di corrosione, può forse esser attribuita a due motivi diversi, ma concomitanti; e cioè al fatto che le bufere, le dense nebbie ed il rimbalzo delle goccie liquide sulla superficie delle traverse durante le pioggie violenti, determinano il trasporto di umidità e di acqua anche nel vano libero della campana interna; ed alle vibrazioni trasmesse dal filo di linea all'isolatore e da questo al proprio sostegno. Le vibrazioni del filo restano bensì attenuate traverso l'innesto elastico, tuttavia dei sensibili scuotimenti si producono nella massa metallica del braccio porta isolatore, e perciò le parti rugginose esteriori di esso, aventi lieve coesione od aderenza meccanica col resto in metallo, tendono a disgregarsi: la ruggine quindi viene costretta a staccarsi dalla parte superiore del tronco di braccio che resta così denudata dalle incrostazioni, con la superficie metallica libera per ossidazioni successive, le quali possono tanto più facilmente prodursi, in quanto che il metallo residuale non solo non è protetto contro l'azione degli agenti atmosferici ma ha già sulla superficie esteriore traccia di ossidazioni precedenti, la cui idratazione attiva le ossidazioni nuove.

Nelle plaghe in cui non si verifichino grandi bufere e nei sostegni per i quali in ogni modo non abbian luogo eccessivi scuotimenti, la ruggine può non staccarsi dal corpo del braccio, per modo che tutto il metallo distrutto ed ossidato resti, sotto forma di ruggine, aderente al metallo. L'arrugginimento in tali casi è meno rapido, a parità delle altre circostanze, ma le conseguenze materiali ne sono più gravi, come può esser facilmente provato. Difatti, il complesso degli ossidrati terrosi costituenti la ruggine, è noto a tutti, hanno volume superiore a quello del ferro metallico dal quale sono prodotti.

La questione è stata grandemente studiata in rapporto alle costruzioni marine, poichè per talune di queste, essa ha importanza pratica capitale. Per gli scafi metallici delle navi, le lamiere esterne vengono collegate tra di loro con adatti mezzi meccanici, e con accorgimenti tali che la superficie sia impermeabile all'acqua. Viceversa nelle navi di nuova costruzione, per quanto accuratamente lavorate, delle filtrazioni si verificano sempre, e per tamponarle totalmente il costruttore conta anche sulla produzione della ruggine: da quì l'interesse

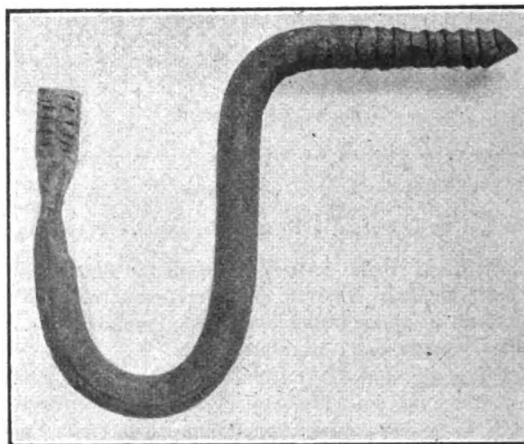



Fig. 2.

a conoscere quale sia l'aumento in volume di quest'ultima, in confronto del metallo effettivamente ossidato. Orbene, nelle condizioni in cui possono trovarsi le lamiere della carena di una nave in ferro, e cioè in condizioni assai propizie per l'ossidazione del metallo non protetto e per un alto grado di idratazione degli ossidi, si è constatato che in pratica la ruggine ha volume all'incirca quadruplo del volume del ferro dal quale essa è generata.

In base a tale dato ed alle figure 1 - 2, se si ritiene che solo un centimetro in diametro del braccio sia andato distrutto negli attacchi dell'ossidazione, si può istituire il seguente computo.

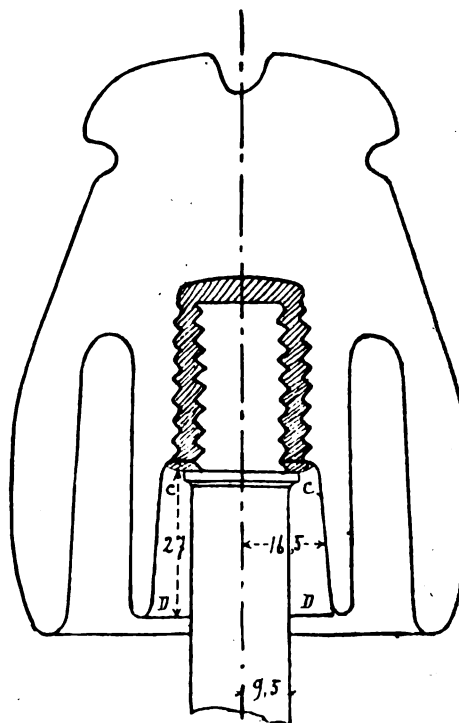



Fig 2.

Volume del tubo di ferro ritenuto cilindrico, e supposto ossidato entro la campana interna *CC*, *DD* figura 3, in millimetri cubici,

$$\frac{\pi \times \overline{19}^2}{4} \times 27 - \frac{\pi \times \overline{9}^2}{4} \times 27 = \overline{m/m}^3\ 5940 ;$$

Volume della ruggine prodotta da tale ossidazione

$$5940 \times 4 = 23760 \ \overline{m/m}^3 ;$$

Volume del metallo ritenuto intatto entro la campana interna *CC, DD,*

$$\frac{\pi \times \bar{9}^2}{4} \times 27 = 1700 \ \overline{m/m}^3 ;$$

Volume complessivo entro la campana *CC, DD* del ferro rimasto intatto e della ruggine prodottasi

$$23790 + 1700 = 25460 \ \overline{m/m}^3 ;$$

Volume della cavità libera costituente la campana interna ritenuta cilindrica di altezza *CD, CD* dell'isolatore

$$\frac{\pi \times \bar{33}^2}{4} \times 27 = 23090 \ \overline{m/m}^3 .$$

Cioè, il volume dei materiali solidi prodottisi in seguito all'arrugginimento del ferro entro il vano costituente la campana interna dell'isolatore, è superiore a quello della campana stessa; le esili pareti di questa perciò, sottoposte all'espansione poderosa e continua dei materiali duri provenienti dall'ossidazione del metallo, finiscono col cedere spezzandosi.

Molte testimonianze, difatti, confermano che quando i bracci trovansi nelle condizioni delle fig. 1 - 2, per solito è anche spaccata la campana interna dell'isolatore relativo. Talvolta è stato constatato pure che per l'espansione della ruggine, o per il suo disgregamento facilitato da eventuali raffiche di vento, qualche pezzo sporgente ovvero qualche crostone staccato della ruggine stessa, siasi spostato fino a toccare in qualche punto la campana esterna. Nelle località di cui trattasi, del resto, a congiungere materialmente tra loro e per discreta estensione i bordi estremi delle due campane di un isolatore, mai fan difetto le lumache, i nidi di insetti, la tela dei ragni, con sovraccarico di detriti di ogni specie e sopratutto di ruggine in polvere depositatavi dai venti.

La continuità superficiale tra filo di linea e sostegno in ferro, resta così stabilita dalla superficie esterna dell'isolatore e dal contiguo cumulo di ruggine, od, eventualmente, anche dalle diverse materie interposte.

E pertanto, nei periodi di pioggia o di grande umidità atmosferica, la ruggine inzuppata d'acqua e la superficie esterna dell'isolatore coperta di velo liquido o di pulviscolo bagnato, stabiliscono una efficace derivazione elettrica tra filo e sostegno.

Ciò può verificarsi anche nell'armamento con bracci curvi a vite per pali, fig. 2, giacchè quando esista una possibilità di derivazione tra i fili di linea ed i rispettivi bracci in ferro porta isolatori, durante le intemperie i bracci medesimi son poi messi in comunicazione, tra loro o con la terra, dai canaletti di veli liquidi od umidi, che, malgrado la posizione verticale dei pali, vengono a stabilirsi o sulla superficie ruvida del legno o lungo le sue spaccature longitudinali.

★

Un'ultima considerazione è necessario fare sui bracci riprodotti nelle figure 1 - 2 e cioè che essi rivelano quanto ne sia stata trascurata la manutenzione, giacchè in nessun caso essi avrebbero dovuto restare in opera fino a tal punto di deperimento.

✦

Conviene ora esaminare quali siano le reali condizioni delle linee telegrafiche telefoniche nelle località costiere, maremmane o comunque esposte ad esalazioni acide, condizioni che nel risultato ultimo si risolvono sempre ed uniformemente nel fatto che durante le intemperie nessuna regolare corrispondenza è possibile sulle dette linee. Può anzi parere curiosa la circostanza che tanto le saluberrime scogliere marine, quanto le più fetide, inospitali plaghe di maremma, perpetuamente ricoperte dal gas delle paludi, dian luogo, nei riguardi delle linee telegrafiche-telefoniche, ad identici inconvenienti.

Nelle linee lungo il mare, si verificano particolari fenomeni. Innanzi tutto, nell'acqua del mare trovasi disciolto, oltre a molte altre sostanze, principalmente del cloruro di sodio, che, per il Mediterraneo è stato determinato: in ragione di kg. 23,5 al metro cubo, presso Venezia; di kg. 26 presso Livorno; di kg. 29,5 presso Cette. Egualmente in soluzione trovansi del cloruro di potassio e di magnesio, che, pure per ogni metro cubo e per le medesime località, sono stati determinati rispettivamente in ragione di kg. 0,8 - 1,1 - 0,5, e di kg. 2,6 - 3,0 - 3,2. Orbene nell'evaporare, l'acqua in parola abbandona tali componenti, che restano depositati sui corpi coi quali essa comunque viene a contatto. Inoltre quando durante le violenti bufere, che spesso imperversano lungo le coste e sui mari, l'acqua di questi ultimi viene suddivisa e spruzzata in aria, non tutta ricade sul luogo di origine: parte di essa invece viene convogliata dalle correnti aeree e trasportata in luoghi lontani, ovvero evaporata nell'atmosfera, dando luogo a microscopici cristalli cubici di salmarino, che vanno poi ad arricchire il pulviscolo dell'aria e vengono dal vento trasportati ovunque. Tale pulviscolo è naturalmente più abbondante in prossimità del mare, per modo che sulle linee costiere si trovano sempre particelle di cloruro di sodio, magnesio e potassio, che può esservi trasportato tanto allo stato solido quanto in soluzione. Ma, come già si è visto, l'ossidazione del ferro che per solito è iniziata dall'anidride carbonica, resta grandemente facilitata dalla presenza dei detti sali; di questi poi gli ultimi due essendo molto deliquescenti, il cloruro di potassio, in ispecie, concorrono a tenere assai alto il grado di idratazione della ruggine che man mano si produce, e cioè a fissare sulle superficie metalliche in corso d'ossidazione, quella umidità che è un elemento necessario per la produzione di ossidi nuovi.

Nelle maremme invece, i gas mefitici ed asfissianti che vi si trovano, come il metano (gas delle paludi), sono costituiti da idrocarburi provenienti dalla riduzione, mediante combinazione con l'idrogeno, delle sostanze organiche sopratutto vegetali, in decomposizione nelle acque stagnanti. Tali idrocarburi non hanno azione di sorta sull'ossidazione dei metalli in genere e del ferro in ispecie. Ad attivare potentemente l'ossidazione del ferro però, concorrono due circostanze che invariabilmente si riscontrano nelle località paludose, e cioè calore ed umidità. Del resto, devesi anche notare che per la conformazione geografica d'Italia, le nostre maremme e le nostre paludi sono tutte o prossime od a breve distanza dal mare, e che perciò nell'atmosfera di quelle plaghe vi sono naturalmente traccie sensibili di salsedine. Cosicchè, nelle maremme si hanno le stesse e talvolta maggiori ragioni che nelle località marittime per la rapida ossidazione dei metalli.

Infine nelle zone vulcaniche, numerose in Italia, si hanno spesso esalazioni acide, principalmente dovute alla produzione naturale di anidride carbonica, di anidride solforosa, di acido solfidrico, tutte sostanze queste che attaccano facilmente il ferro.

✦

A questo punto, si hanno tutti gli elementi per rispondere alla seguente domanda: è possibile per tutte le linee telegrafiche e telefoniche in generale, ed in particolare per quelle costiere e maremmane, assicurarne in ogni tempo un isolamento elettrico praticamente perfetto? La risposta è recisamente affermativa; in quanto il mancato isolamento di linea è dovuto solo al fatto che l'isolatore non è *attualmente* messo in condizione da poter sempre esercitare l'ufficio al quale dovrebbe essere destinato, e ciò per tre distinte cause.

La prima consiste nella irregolare messa in opera di un tipo di isolatore già costruttivamente difettoso, e di ciò si è parlato nell'articolo antecedente; la seconda, consiste nell'arrugginimento del proprio braccio di sostegno, con le conseguenze più su esposte; e la terza causa concerne le deficienze della manutenzione, per cui, mentre vengono abbandonati in opera dei sostegni fino alla distruzione che riscontrasi nelle fig. 1 - 2, si lasciano pure le campane interne dell'isolatore colme di ragnatele e di detriti che, col trascorrere degli anni notoriamente vi si accumulano. Ma poichè tali cause possono essere eliminate, gli isolatori possono pure esser tenuti in istato di efficienza. Veramente, deve osservarsi che lo strato conduttore di polvere bagnata esistente sulla superficie esterna dell'isolatore (che del resto lavasi con le pioggie dirotte), nelle località umide infirma le perfette condizioni dell'isolatore stesso. Ma al riguardo due osservazioni sono da farsi, e cioè innanzi tutto che l'isolamento superficiale, sia pure limitato alle sole superficie interne dell'isolatore, se queste sono ben terse, è tale da soddisfare alle necessità pratiche del servizio; che in secondo luogo per le plaghe costantemente sature d'umidità, ovvero direttamente battute dagli spruzzi marini, l'efficienza dell'isolatore può essere aumentata a volontà con opportuni dispositivi, di cui tra breve sarà fatto cenno.

E poichè della prima causa si è già esaurientemente trattato, mentre per la terza i provvedimenti sono ovvi, giacchè concernono l'accurato, illuminato esercizio della rete telegrafica telefonica, non resta da trattare che della seconda causa di guasti.

Si deve in sostanza impedire la produzione della ruggine sul braccio porta isolatore, e mantenere sempre il braccio medesimo nelle condizioni della prima messa in opera. Orbene, si è visto che a tal fine le ordinarie vernici nelle località maremmane e costiere, o riescono inefficaci o dovrebbero, se ciò fosse possibile, esser rinnovate con tanta frequenza da rendere enormemente oneroso l'esercizio delle linee. In ogni modo però ciò non è nemmeno realizzabile perchè, come emerge dalle fig. 1 - 2, il massimo deperimento verificasi nella zona del braccio circondata dalla campana interna dell'isolatore, zona ove, quando il braccio è montato, non è praticamente possibile applicare delle verniciature. Occorre perciò ricorrere ad altri procedimenti. Ed il procedimento che all'uopo si è imposto nella pratica, è la galvanizzazione con zinco dei ferramenti da proteggere. La zincatura, largamente e con buon esito usata in marina ed in molte applicazioni industriali, è usata pure nella nostra Amministrazione per vari materiali siderurgici e cioè: bracci telefonici, fili e funi, chiavardoni per coppie parallele, arpioni per gallerie.

Le principali proprietà chimiche dello zinco, possono riassumersi come segue. Ossidazione velacea, preservativa per la massa metallica sottostante. L'attacco dell'aria umida, anche in presenza dell'anidride

carbonica, è molto lento. L'alterazione sotto l'influenza degli agenti atmosferici, delle lastre di zinco di copertura dei tetti, è del tutto insignificante. Lo zinco è attaccato dalle soluzioni alcaline, ma si scioglie in esse assai lentamente. La più importante notizia che ai nostri fini occorre registrare in merito alla zincatura del ferro, si è che da concordi testimonianze avute, resta assodato come in molte palificazioni, su cui i bracci porta isolatori sono ridotti nelle condizioni delle fig. 1 - 2, esistono anche delle « chiavarde impanate alle due estremità con dadi e riparelle » di modello antico e cioè zincato, le quali « trovansi tutte in perfetto stato di conservazione ».

★

Da quanto precede, segue che per ottenere un buon isolamento delle linee costiere e maremmane, tutti i relativi ferri di armamento devono essere fortemente zincati, con processo elettrolitico per la maggiore aderenza e la migliore utilizzazione del metallo ricoprente, e col massimo spessore ottenibile nella copertura di protezione. Da esperienze eseguite, risulta che per la prova della zincatura in discorso, è possibile esigere condizioni di collaudo assai superiori a quelle delle ordinarie zincature, per le quali sono ora richieste da 2, a 3 od al massimo 4 immersioni, nell'adatta soluzione di solfato di rame (vedasi Raccolta Capitolati); per i ferri d'armamento è invece possibile esigere almeno dieci e persino anche quindici delle dette immersioni.

Inoltre, poichè non è possibile rinnovare facilmente la verniciatura dei bracci porta isolatori, è pure necessario prescrivere che questi ultimi abbiano anche quattro mani di verniciatura a base di olio di lino cotto, tutte da applicare a freddo, sul pezzo ben asciutto, tutte da far essiccare pure a freddo nell'aria libera, tutte da controllare rigorosamente; e costituite, la prima e terza mano da minio di piombo, la seconda mano da litargirio di piombo, la quarta ed ultima mano da bianco di zinco. Tutti gli altri ferri di armamenti, invece, potranno avere tre sole mani, rispettivamente costituite da minio, litargirio, ossido zinco. Sui detti ferri, come sulle parti accessibili dei bracci, la verniciatura col bianco di zinco va rinnovata annualmente. Quest'ultimo colore è tenuto in pregio nella pitturazione delle navi per speciali considerazioni, che non occorre riportare: qui viene proposto allo scopo principale di assorbire poco il calore solare, nocivo sia per la varia dilatazione dei diversi materiali che, dopo le preparazioni esposte, costituiscono i ferri d'armamento; sia perchè il calore solare trasportato nella campana interna dell'isolatore, vi vivifica gli insetti ivi annidati; sia infine perchè come già si è accennato, il calore attiva tutte le azioni chimiche, dalle quali derivano le corrosioni ai citati materiali. Nella vernice preparata col bianco in parola, potrà venire aggiunto senza danno una tenuissima percentuale di nero fumo per attenuarne l'eccessivo candore.

★

Con gli esposti provvedimenti e quando si impieghino isolatori praticamente perfetti, innestati sul relativo sostegno a regola di arte, per modo non solo da evitarne le rotture, ma da garantirne in ogni tempo la perfetta stabilità, si potrà ritenere che l'isolamento elettrico delle linee anche nelle ordinarie località marittime o maremmane, possa esser in ogni tempo assicurato. E' indispensabile, però, che la manutenzione non faccia difetto e la pulizia degli isolatori venga scrupolosamente eseguita e rigorosamente controllata per due, tre, quattro volte all'anno, a seconda che il buon andamento del servizio lo esige.

★

Per località eccezionalmente tormentate dal vento di scirocco e frequentemente soggette a dense nebbie, ovvero direttamente esposte agli spruzzi d'acqua marina o comunque investite da esalazioni eccessivamente dannose all'isolamento dei fili per le località, cioè, nelle quali siano risultate inefficaci o comunque si ritengano insufficienti tutte le altre protezioni ai provvedimenti sopra indicati se ne potrebbero aggiungere degli altri supplementari, coi quali elevare a volontà il grado di isolamento dei fili medesimi.

L'esperienza, solamente l'esperienza, dovrà consigliare l'impiego e stabilire lo sviluppo di questi ultimi eccezionalissimi provvedimenti, i quali in ogni caso dovran sempre esser completati da una vigilanza assidua e da una manutenzione rigidamente meticolosa.

I provvedimenti supplementari di cui trattasi, non possono tendere naturalmente che ad aumentare l'isolamento tra filo e braccio porta isolatore, nonchè ad ottenere l'isolamento dello stesso braccio porta isolatore dalla rispettiva barra metallica di sostegno. In queste particolarissime eventualità poi, bracci e barre potranno avere forme e dimensioni speciali, ed esser pure costruiti con metalli di speciale natura.

Le barre dovrebbero esser costituite da cantonali od angolari di ferro a lati disuguali, di grandi dimensioni (lato verticale 60 - 70 m/m., lato orizzontale 90 - 100 m/m.) per potervi praticare fori pure di grandi dimensioni. I bracci diritti e curvi da adattarsi ai cantonali stessi, dovrebbero invece essere tutti in acciaio speciale al nichelio, ad alta resistenza meccanica (oltre 100 kg. per m/m²) per renderli, in confronto degli acciai ordinari, meno attaccabili dalla ruggine, meno soggetti ad incrudirsi in seguito a vibrazioni ed a' forti sbalzi di temperatura, ed infine per poterli costruire di lunghezza superiore ai bracci usuali senza aumentarne troppo il diametro. Barre e bracci dovrebbero avere ricopertura di zinco dello spessore massimo ottenibile.

Per aumentare l'isolamento dell'isolatore, occorrerebbe, mantenendone intatto il tipo, aumentarne tutte le dimensioni.

L'isolamento tra bracci e barre potrebbe invece esser ottenuto mercè l'impiego di cuscinetti a riparella in legno di pioppo, imbevuti di olio di catrame ed alternati con sovrapposti dischi di porcellana, per modo da costituire due gruppi isolanti di cui uno al disopra e l'altro al di sotto della barra.

Tali riparelle e dischi, come pure la barra di sostegno, dovrebbero avere fori centrali di diametro molto maggiore che non il gambo del braccio destinato a traversare ed a fissare insieme i detti pezzi. Fra questi ed il gambo potrebbe pertanto trovar posto anche uno spezzone di tubo in porcellana ovvero un qualsiasi altro rivestimento anche elastico e destinato a maggiormente aumentare l'isolamento del braccio

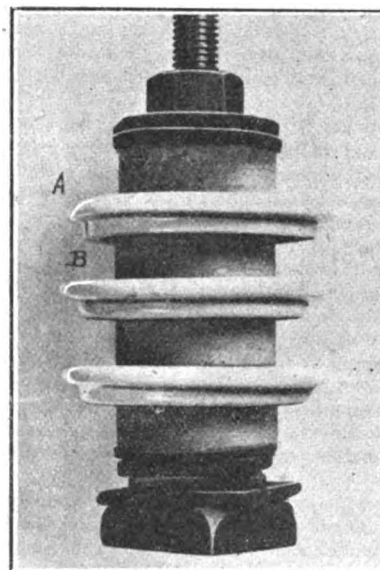



Fig. 4.

dalla barra. Infine la possibilità di far lavorare per compressione i dischi in porcellana di cui trattasi, è resa manifesta dal modello fotografato nella fig. 4; esso è stato ottenuto adoperando cuscinetti a riparelle in pioppo catramato, e dischi di porcellana costituiti, in mancanza d'altro, da ordinari esili coperchi di pile a liquido, tipo telefonico. Cuscinetti e dischi sono stati quindi fortemente inchiavardati, senza perciò provocare rottura di sorta nelle parti in porcellana.

Queste ultime potrebbero aver forma definitiva analoga in massima a quella dei citati coperchi. Tuttavia, i relativi bordi da A in B, fig. 4, dovrebbero essere non lisci, ma dentati a sega, mercè opportune filettature, non elicoidali, ma circolari.

★

La maggior spesa di impianto e di esercizio, che gli esposti provvedimenti esigono, resterà sempre largamente compensata sia dal fatto di avere le linee in piena efficienza, sia dalla possibilità di ridurre in conseguenza il numero delle comunicazioni destinate a collegare i centri più importanti, sia, infine, dalla circostanza che, eliminate le mende costruttive di primo impianto, si evitano le rettifiche e le riparazioni successive, pervenendosi in tal modo a realizzare nell'impianto i più sani e felicemente sperimentati criteri industriali.

L'autorità della nostra Associazione sarà ancora maggiore quando essa potrà disporre di un suo patrimonio. Questo non può essere costituito che dalle quote dei Soci vitalizî o perpetui. I Soci che amano il Sodalizio devono quindi prendere in seria considerazione la possibilità di iscriversi Soci vitalizî.

I Soci vitalizî o perpetui sono i più benemeriti della Associazione.

RISULTATI PRATICI DI MIGLIORAMENTO DEL FATTORE DI POTENZA MEDIANTE I CONDENSATORI STATICI

Ing. CORRADO LANDI

La questione del miglioramento del fattore di potenza è nota ai lettori della rivista *L'Elettrotecnica* poichè in essa fu trattata a parecchie riprese dal Prof. Sartori; dapprima con un lucido e dotto rapporto sui vari sistemi in uso; in seguito, con altre note interessanti; il Prof. Sartori autorevolmente pose in evidenza l'importanza del problema mostrando quale deplorevole sperpero di energia elettrica vien effettuato in Italia a cagione del basso fattore di potenza delle reti (in alcuni casi perfino inferiore a 0,50), ed il danno che ne deriva; l'impiego ormai generale del motore asincrono, ed il frazionamento della potenza mediante piccoli motori, è stata la causa principale di questo stato di cose per cui gli impianti vengono a funzionare in modo poco economico e tecnicamente imperfetto. Il Prof. Sartori, dopo aver analizzato i vantaggi tecnici ed economici degli impianti a cos φ elevato, ha rilevato una cosa assai logica: e cioè che le Società fornitrici d'energia non possono attendersi il miglioramento del fattore di potenza, ed i conseguenti benefici effetti, dall'altruismo degli utenti, poichè se questi non scorgeranno il proprio interesse diretto e bene evidente si guarderanno scrupolosamente dallo spendere denaro in apparati e macchine per raggiungere tale scopo. Quindi: adattamento delle tariffe e magari compartecipazione alle spese insieme agli utenti.

E' bensì vero che pur esistendo in varie zone tariffe favorevoli, poco si è fatto; ed allora occorrerà penalizzare i riluttanti ed i pigri che non si scuotono nemmeno di fronte al proprio interesse. A meno che, come accade per certe Società distributrici, non venga lasciato lettera morta quanto nella tariffa riguarda il limite minimo del cos φ, per speciali ragioni (ad esempio l'impossibilità di controllarlo perchè invece di 2 contatori monofasi è installato presso l'utente un contatore trifase); ma anche in tal caso si può e si deve provvedere.

☆

Fra i vari sistemi in uso, quello dei condensatori statici ha stentato ad introdursi perchè soltanto da pochi anni si è riusciti a fabbricarli in modo economico e di volume ridotto. I tipi più recenti hanno il dielettrico costituito da un foglio di carta impregnata; in tal modo si ottengono elementi di piccole dimensioni e di costo limitato. Confrontando i dati di peso e d'ingombro riportati nella sottostante tabella, con quelli di tipi descritti in passato, si osserva che un notevole progresso è stato compiuto.

Condensatori monofasi	Condensatori trifasi	Peso	Dimensioni
15 MF	5 MF trifasi	Kg 2	m/m 32 × 170 × 245
30 MF	10 MF »	» 3,4	m/m 62 × 170 × 245
45 MF	15 MF »	» 4,6	m/m 90 × 170 × 245
60 MF	20 MF »	» 5,9	m/m 120 × 170 × 245
75 MF	25 MF »	» 7,2	m/m 140 × 170 × 245

I condensatori in carta impregnata hanno, rispetto agli altri sistemi, dei vantaggi innegabili: nessuna manutenzione, perdita inferiore all'1%; durata indefinita, essendo dell'ordine di quella delle costruzioni in carta impregnata come cavi, ecc.

Il problema del miglioramento del fattore di potenza coi condensatori, ammette una soluzione diversa a seconda dell'importanza dei vari elementi in gioco; anzitutto il grado di compensazione è diverso secondo la forma del contratto; può essere totale (cos φ riportato all'unità) se la tariffa è in kVA; può essere parziale se la tariffa è mista ed impone un valore di cos φ sotto al quale non si deve scendere; basta allora riportare il cos φ al valore richiesto.

Se si considera invece il modo di funzionamento dei motori, si vede che per quelli che lavorano ad un regime di pieno carico o di carico costante (pompe centrifughe, soffianti, ecc.) il cos φ va ricondotto al valore stabilito dal contratto di fornitura per il carico di regime del motore; mentre per i motori funzionanti a carico variabile (macchine utensili, apparecchi di sollevamento, ecc.) che girano più spesso a vuoto che a carico, è spesso sufficiente portare all'unità il cos φ per la marcia a vuoto, poichè a carico il motore marcerà egualmente in ottime condizioni:

da 1 a 0,92 per motori da 1 kW
» 1 » 0,96 » » » 30 »

Il miglioramento del fattore di potenza di una rete o di un impianto, mediante i condensatori statici, non va considerato in blocco poichè la situazione dei condensatori non è alla centrale od ai posti di trasformazione; essa è invece presso i singoli motori, per quanto piccola ne sia la potenza; ogni motore ha in parallelo una adeguata capacità colla quale forma un tutto unico, avente il fattore di potenza voluto; il condensatore è derivato a valle dell'interruttore, cosicchè staccando il motore anch'esso vien tolto di circuito e non altera il funzionamento degli altri motori. L'indipendenza dei singoli motori nei riguardi della compensazione è un altro vantaggio dei condensatori statici.

Nei paesi ove la distribuzione bifase è diffusa (ad es. in America) i motori vengono compensati applicando su ognuna delle fasi un'opportuna batteria di condensatori monofasi; da noi, essendovi quasi esclusivamente il sistema trifase, si usano condensatori trifasi, costruiti secondo un procedimento brevettato che permette di ottenere l'equilibrio rigoroso delle tre fasi, realizzando un'accoppiamento a triangolo fra gli elementi costitutivi. I condensatori sono racchiusi in una custodia metallica ermeticamente chiusa, dalla quale sortono i morsetti d'attacco (fig. 1).

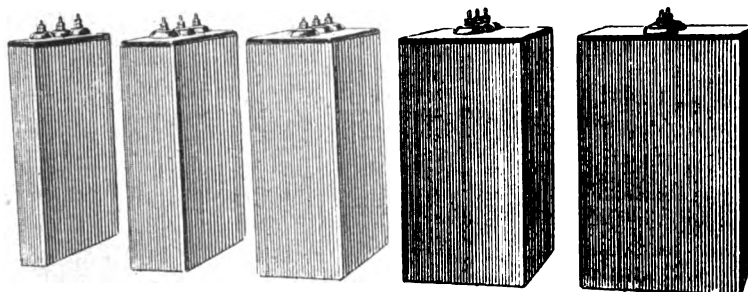



Fig. 1.

Viene chiamata, in pratica, microfarad trifase la capacità risultante dall'accoppiamento a triangolo di tre condensatori monofasi di 1 MF ciascuno.

La potenza apparente P di un condensatore trifase avente una capacità di C microfarad trifasi, applicato ad un circuito di frequenza f e tensione V, è data da:

$$P = \sqrt{3}\ \omega\ C\ V^2$$

dove

$$\omega = 2\pi f \qquad \text{e} \qquad C = \sqrt{3}\ c$$

essendo c la capacità di uno dei condensatori monofasi costituenti il condensatore trifase.

Facendo un esempio pratico, con $f = 50$, $V = 220$, $C = \sqrt{3} . 22$ MF, si ha $P = 1$ kVA, vale a dire che in tale circuito occorrono 22 *MF* trifasi per ogni kVA da compensare.

Le batterie di condensatori che non superano i 100 *MF* trifasi vengono inserite senza precauzioni speciali; essendo le batterie derivate a valle dell'interruttore, non viene affatto complicata l'abituale manovra di apertura e chiusura dell'interruttore.

Per batterie più importanti, allo scopo di ridurre ad un valore trascurabile gli effetti transitori che si verificano al momento della chiusura od apertura dell'interruttore, si dispone in serie colla batteria stessa un reostato trifase calcolato in modo da ridurre a metà il valore della tensione ai morsetti della batteria; il reostato viene poi gradualmente eliminato, analogamente a quanto si fa col reostato d'avviamento del motore; l'identità della manovra suggerisce di collegare meccanicamente i due reostati in modo da maneggiarli contemporaneamente, evitando così ogni falsa manovra.

I condensatori si proteggono con valvole su ogni fase; in tal modo, qualora si manifesti in uno di essi un guasto, l'elemento salta nelle tre fasi ed almeno due valvole fondono ponendo l'elemento fuori servizio; così il rimanente della batteria continua a funzionare in perfetto equilibrio.

Esempi di installazioni effettuate.

1°) Un motore trifase di 1,6 HP aziona un tornio; le misure vengono fatte mediante: un contatore disposto in modo da segnare la potenza wattata $\sqrt{3}VI$ cos φ; un contatore disposto in modo da segnare la potenza swatatta $\sqrt{3}VI$ sen φ; un contatore orario per determinare il tempo di funzionamento.

a) Marcia senza condensatori. — La potenza media assorbita dal motore è di circa 320 Watt, ed il suo coefficiente di utilizzazione di circa 0,23; il cos φ medio è dell'ordine di 0,267 — 0,30.

b) Marcia con un condensatore di 35 MF. — Nelle condizioni suddette di potenza assorbita e di coefficiente d'utilizzazione del motore, si constata che il cos φ è di 0,99 in anticipo, vale a dire praticamente uguale all'unità. Non essendovi interesse, data la tariffazione vigente, a fare la compensazione totale, si ripete la prova con soli 15 MF.

c) Marcia con un condensatore di 15 MF. — Stesse condizioni di potenza assorbita e di coefficiente d'utilizzazione del motore; il cos φ risulta di 0,92, valore ritenuto sufficiente.

2°) In un importante stabilimento, avente un consumo giornaliero di 3500 ÷ 4000 kV-h, fu seriamente presa in esame la questione del fattore di potenza che, in base alla tariffazione in vigore, influiva grandemente sul costo dell'energia elettrica. Una determinazione iniziale dimostrò che il cos φ medio dello stabilimento era di 0,35; si

constatò anzitutto che (come succede sovente) molti motori non erano strettamente appropriati al lavoro da compiere e lavoravano con un coefficiente d'utilizzazione troppo basso, e quindi con un cos φ assai basso; furono sostituiti con altri più adatti ed il cos φ medio fu in tal modo elevato a 0,65 ÷ 0,67.

Allo scopo di migliorare ulteriormente il fattore di potenza furono eseguite esperienze su alcuni motori, ad ognuno dei quali fu applicata una batteria di condensatori di 50 MF; i risultati ottenuti sono riassunti nello specchietto sottostante:

Dati del motore		Potenza assorbita	cos φ
2,5 HP-700 giri	senza condensatore	780 W	0,61
	con condensatore di 50 MF	780 W	1
3 HP-700 giri	senza condensatore	125 W	0,12
	con condensatore di 50 MF	125 W	anticipo
	» » » 50 »	750 W	1
3,5 HP-1400 giri	senza condensatore	300 W	0,41
	con condensatore di 50 MF	780 W	anticipo
	» » » 50 »	1350 W	1

La potenza assorbita dallo stabilimento fu classificata nel modo seguente:

Linee, trasmissioni e varie	kW 90	cos φ = 0,85
Rettificatrici	kW 60	» φ = 0,75
Motori diversi, classe 1ª	kW 120	» φ = 0,75
Motori diversi, classe 2ª	kW 110	» φ = 0,50
Totale	kW 380	» φ = 0,67

In base a questo, fu decisa la compensazione limitatamente ai motori della 2ª classe, mediante 225 condensatori di 25 MF ciascuno; in totale MF 5625 pel cui effetto il cos φ dei 110 kW relativo ai motori della 2ª classe doveva elevarsi da 0,50 a 0,95 e quello dell'intero impianto, da 0,67 a 0,80.

Effettuata l'installazione di 1/3 dei condensatori, preventivati, si fece una determinazione dell'effetto ottenuto su tutto l'impianto:

a) senza condensatori. — Dalle ore 7,30' alle ore 18.

Unità attive	= 3380 kW-h
» reattive	= 3960 »
Cos φ medio	= 0,649

b) con circa 2000 MF - Dalle ore 7,30' alle ore 18 del giorno seguente:

Unità attive	= 3250 kW-h
» reattive	= 3500 »
Cos φ medio	= 0,68

Occorre notare che se il consumo del 2° giorno fosse stato uguale a quello del giorno precedente, il cos φ sarebbe risultato maggiore di 0,68.

Fig. 2.

A questo punto si è potuto calcolare che, con tutti i 5625 MF in servizio, il risparmio mensile ottenuto ammortizzerà in 13 mesi e mezzo il costo dell'installazione e si tradurrà in seguito in un'utile netto di L. 8000 mensili.

La fornitura viene effettuata alle seguenti condizioni:

— Durante un anno, sostituzione gratuita dei condensatori eventualmente guastatisi.

— Durata indefinita dei condensatori, a condizioni di non installarli in ambienti aventi una temperatura superiore a 50°.

— Potenza assorbita, praticamente nulla (minore dell'1% della potenza apparente.

— Prova dei condensatori (funzionanti a 200 Volt) a 600 Volt per 15'.

L'applicazione ai piccoli motori vien fatta disponendo i condensatori su una mensola in prossimità dell'interruttore (fig. 2).

Per i motori più grossi le batterie si collocano entro intelaiature metalliche in ferri profilati (fig. 3), portanti pure gli organi di protezione dei condensatori come: valvole e reostati.

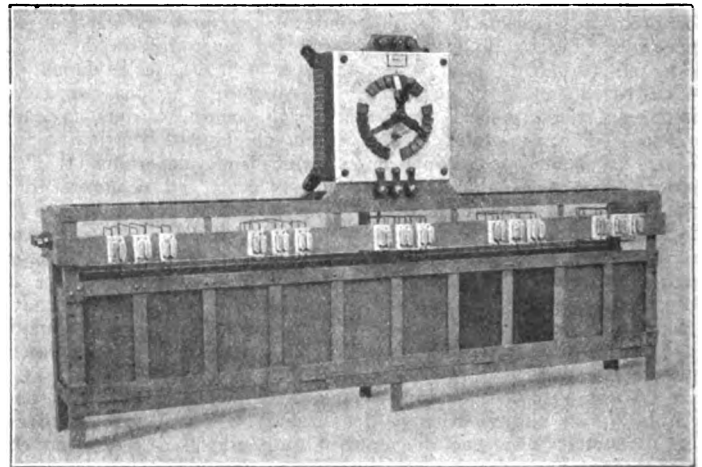



Fig. 3.

3°) *Motore trifase* di 1,5 HP; si usano per la misura 2 contatori monofasi che dànno la potenza wattata, ed un'altro contatore monofase che dà direttamente la potenza swattata.

a) Senza condensatore:

Potenza wattata	= 178 W.
Cos φ	= 0,20.

b) Con condensatore di 25 MF:

Potenza wattata	= 157 W.
Cos φ	= 0,60 in anticipo

Si ha quindi una compensazione eccessiva, com'era da prevedersi. La capacità viene sostituita con altra di 15 MF.

4°) *Motore bifase di HP* 3; la compensazione vien fatta mediante 60 MF monofasi su ciascuna fase; e la misura viene effettuata mediante istrumenti appropriati, coi seguenti risultati:

a) A vuoto, senza condensatori.
Potenza assorbita W. 292 — Cos φ = 0,155.

b) A vuoto, coi condensatori.
Potenza assorbita W. 292 — Cos φ = 0,635.

c) A carico parziale (40%) *senza condensatori.*
Potenza assorbita W. 1304 = Cos φ 0,568.

d) A carico parziale (40%) *coi condensatori.*
Potenza assorbita W. 1272 = Cos φ 0,922.

*

Da quanto esposto risulta che anche il sistema di migliorare il fattore di potenza degli impianti mediante i condensatori statici si va diffondendo dovunque le tariffe ne offrono all'utente la convenienza. Importanti Società distributrici d'energia, conscie dell'importanza del problema, intendono modificare le tariffe in modo opportuno.

E' quindi lecito presumere che, secondo il voto del Prof. Sartori, quel grande problema di interesse nazionale che è il miglioramento del fattore di potenza, possa avviarsi decisamente alla sua realizzazione.

L'elenco dei Soci vitalizî o perpetui è una specie d'albo d'oro dell'A. E. I. - I Soci vitalizî pagano una volta tanto L. 2000. La Società o gli Enti possono diventare Soci perpetui versando L. 5000. Tali somme costituiranno il patrimonio inalienabile dell'Associazione.

LETTERE ALLA REDAZIONE

I lavori per l'elettrificazione delle FF. SS.

Stavamo per riprodurre, con qualche commento, il comunicato recentemente comparso sui giornali politici, quando ci pervenne la seguente lettera dal *Prof. Ferraris*, nostro ex-presidente generale e rappresentante dell'A. E. I. nel Consiglio Superiore delle acque.

Egregio Sig. Redattore Capo,

Alcune osservazioni della Redazione sulla elettrificazione delle ferrovie, comparse negli ultimi numeri dell'Elettrotecnica, evidentemente dettate da una meno esatta conoscenza dei lavori fatti, iniziati e preparati al riguardo dalle F. S., mi inducono a comunicarLe queste informazioni, allo scopo di precisare lo stato attuale dello sviluppo dell'elettrificazione ferroviaria in Italia.

Sistema trifase a 16 periodi. — *Nell'agosto 1920 erano in esercizio le seguenti linee a trazione elettrica:*

Lecco-Colico-Sondrio,
Colico-Chiavenna,
Lecco-Monza,
Bussoleno-Modane,
Torino-Pinerolo,
Savona-Ceva,
Genova-Ronco (Via Busalla),
Sampierdarena-Ronco (Via Mignanego),
Sampierdarena-Savona,

per una lunghezza totale dei vari tronchi di 378 km.
con uno sviluppo complessivo di binario elettrificato di 651 km.

Nel periodo dal settembre 1920 al giugno 1921 *si iniziò l'esercizio elettrico sui seguenti tronchi:*

Torino-Bussoleno-Susa,
Torino P. N.-Torino P. S.,
Genova P. P.-Genova Brignole,
Torino-Trofarello-Chieri,
Pinerolo-Bricherasio,

per una lunghezza totale dei vari tronchi di 90 km.,
con uno sviluppo complessivo di binario elettrificato di 234 km.

Dato lo stato attuale dei lavori, si può ritenere assicurato che saranno attivati a trazione elettrica:

Entro il dicembre 1921 *i seguenti tronchi:*

Trofarello-Ronco,
Accessi al porto di Genova,
Tronchi secondari intorno a Pinerolo,

per una lunghezza totale dei vari tronchi di 134 km.,
con uno sviluppo complessivo di binario elettrificato di 434 km.

Entro il giugno 1922 *i seguenti tronchi:*

Voghera-Alessandria,
Tortona-Novi,
Tortona-Arquata-Ronco (*linea direttissima*),
Genova-Sestri Levante,
Genova-Ovada-Alessandria,

per una lunghezza totale dei vari tronchi di 209 km.,
con uno sviluppo complessivo di binario elettrificato di 494 km.

Salvo il tronco Genova-Sestri, che fa già parte di una delle seguenti, queste linee stanno nel primitivo triangolo Torino-Genova-Milano. Decisa l'estensione del sistema trifase a tutta l'Alta Italia, la Direzione delle F. S. e la Sezione II del Consiglio Superiore delle Acque hanno di pieno accordo, per ovvie ragioni, data la precedenza alle linee seguenti:

Genova-Spezia-Pisa-Livorno,
Firenze-Pistoia-Bologna,
Firenze-Faenza-Bologna,

per una lunghezza totale dei vari tronchi di 331 km (*escluso il tratto già considerato Genova-Sestri*),
con uno sviluppo complessivo di binario elettrificato di 839 km.

Di queste linee furono approvati i progetti definitivi, e le F. S. hanno già dato principio ai lavori di elettrificazione.

Ultimamente poi fu approvato il progetto di massima della Bologna-Milano, i lavori della quale saranno completamente affidati all'industria privata: ed ora le F. S. stanno studiando i progetti per la Firenze-Empoli-Pisa, e per le altre linee nel Veneto e nella Venezia Giulia, che si intende pure di massima affidare all'industria privata.

Parallelamente all'elettrificazione delle linee procede la fornitura dei locomotori, dei quali buon numero è ora in costruzione, ed una ulteriore ordinazione di una settantina è in corso, cosicchè è a sperarsi che la deficienza dei mezzi di trazione non abbia a ritardare il programma di elettrificazione, come sopra esposto.

Non è privo di importanza ricordare ancora che, pur nelle condizioni di traffico ridotto dell'esercizio 1920-1921, l'attuale elettrificazione rappresenta un risparmio annuo di 160 000 tonn di carbone, risparmio che salirà a circa 1000 tonn al giorno a partire dal luglio 1922.

Sistema trifase a 46 periodi. — *E' noto che questo sistema si deve applicare ai tronchi: Roma-Tivoli e Roma-Nettuno, per una lunghezza totale di 110 km, con uno sviluppo complessivo di binario elettrificato di 165 km. I relativi progetti hanno già avute tutte le necessarie approvazioni, i lavori di elettrificazione sono in corso ed assai bene avviati: quanto ai locomotori fu già diramato alle varie Ditte il programma per la presentazione dei progetti, e alcune hanno già risposto trasmettendo le loro offerte. Tutto lascia pertanto sperare che anche questo esperimento, che ha certo notevole importanza pratica, possa avere la più sollecita attuazione.*

Sistema a corrente continua. — *E' pure noto che fu per ora decisa una prima applicazione della corrente continua sulla linea Benevento-Foggia: questa è la parte del programma più arretrata nella sua attuazione, in quanto di concreto sinora vi ha solo il progetto, per la linea primaria trifase di alimentazione delle sottostazioni di conversione, per la quale le F. S. potranno fra breve iniziare i lavori. Non si potrebbe però da ciò dedurre che il sistema a corrente continua sia stato volutamente trascurato dalle F. S.: i due principali Uffici di Elettrificazione e di Trazione hanno portata tutta la loro attenzione allo studio del problema, ed hanno ormai apprestato per le varie soluzioni gli elementi relativi e alla linea e al locomotore, in base ai quali la Sezione II C. S. A., riprendendo una discussione già iniziata, potrà pronunciarsi con piena conoscenza di causa sulle caratteristiche fondamentali di questa elettrificazione ed in particolare sul valore della tensione che meglio convenga adottare. Queste decisioni della Sezione II varranno a portare anche questa parte del programma nella sua fase risolutiva, in quanto esse permetteranno all'Ufficio di Elettrificazione di completare il progetto della linea per porlo al più presto in esecuzione, ed all'Ufficio di Trazione di concretare i dati per le richieste delle definitive offerte di locomotori alle Case costruttrici.*

Ove si consideri l'importanza delle decisioni che si devono ora assumere, la portata delle quali va oltre la linea attuale, e si dovrà necessariamente estendere a tutta la rete a corrente continua, non parrà certo eccessivo il tempo dedicato a perfezionare lo studio delle molteplici e complesse questioni, studio che viene dai tecnici delle F. S. condotto, d'accordo colla Sez. II C. S. A., con quel medesimo interesse, cura ed attività che alle F. S. hanno permesso di conseguire così brillanti risultati col sistema trifase.

Chi esamini lo sviluppo, da me richiamato, che le F. S. hanno in quest'anno dato ai lavori di elettrificazione, e quanto hanno già apprestato per l'ulteriore maggiore sviluppo, e pensi alla prudenza, che, per non perdere i frutti di una lunga preparazione, si deve usare nell'estendere una organizzazione di lavoro, non potrà a meno di riconoscere l'importanza dell'opera svolta dai tecnici delle F. S.

Le nostre conoscenze tecniche, le quali ci permettono di portare un più sicuro giudizio sui vantaggi che al Paese possono ridondare da una bene intesa ed applicata elettrificazione delle ferrovie, impongono a noi il dovere di sorvegliare ed all'uopo incitare gli organi che all'esecuzione di tale elettrificazione sono preposti. Ora anche l'elogio, quando sia meritato, è un forte incitamento, perchè il riconoscimento del bene fatto è la maggiore spinta a fare meglio.

Questa mia breve comunicazione, che varrà a far conoscere con qualche maggior precisione ciò che si è fatto e si sta facendo nel campo dell'elettrificazione delle Ferrovie di Stato, mira appunto a circondare una così importante opera di tutto il benevolo interessamento dell'A. E. I., ed a dimostrare all'Estero che l'Italia, la quale ha il merito di avere sin da principio compreso tutto il valore della elettrificazione ferroviaria, così da averne attuati i primi pratici esperimenti, sa anche oggi preparare e concretare un ampio programma di elettrificazione, dal quale l'economia nazionale e lo sviluppo industriale del Paese attendono i maggiori risultati.

Torino, 15 Luglio 1921.

Prof. LORENZO FERRARIS.

Dobbiamo essere assai grati al Prof. Ferraris di questa sua lettera, per molti motivi.

In primo luogo essa giunge in buon punto per chiarire i dubbi che potevano sorgere leggendo il comunicato dei giornali politici, dove, oltre ad alcuni evidenti errori di nomi, apparivano come *elettrificati* dal settembre 1920 al giugno 1921 alcuni tronchi di cui in realtà i lavori erano da tempo compiuti e per i quali si iniziò solo il servizio. Avevamo subito scritto alla Direzione delle Elettrificazioni pregando ci fosse inviata copia del comunicato ufficiale, ma, a tutt'oggi, non abbiamo ricevuta alcuna risposta.

Un altro dubbio poteva riflettere le varie cifre di chilometri che risultano sempre notevolmente superiori alla somma della lunghezza dei binari di corsa dei tronchi elencati; evidentemente le FF. SS. contano nel totale anche i binari delle stazioni, e questi, in qualche caso, hanno uno sviluppo superiore a quanto un profano potrebbe supporre.

In secondo luogo era veramente spiacevole e persino un po' umiliante che i nostri consoci, i quali tanto si sono interessati ai problemi dell'elettrificazione così da ottenere che ben due posti nel Consiglio Superiore fossero riservati ai rappresentanti della nostra Associazione, dovessero poi attendere solo dai giornali politici, o riportate da noi di seconda mano, le notizie di quanto si fa o si progetta di fare.

Infine la lettera del Prof. Ferraris ci permette di rettificare — e siamo lietissimi di farlo — taluni apprezzamenti sull'attività delle FF. SS. in materia di elettrificazione. Il Prof. Ferraris anzi ci muove con molto garbo un appunto per l'eccesso della nostra critica; ma egli vorrà ammettere che, privi di qualsiasi informazione su quello che realmente si fa, non potevamo che basarci su quel poco che potevamo vedere. Ed il viaggiatore che, percorrendo ad intervalli la Torino-Ronco, aveva potuto seguire il lentissimo procedere dei lavori visibili, e constatare ancora recentemente lo stato di abbandono della grande linea primaria ad isolatori pendenti, non poteva certo sperare che fra pochi mesi il tronco Ronco-Trofarello dovesse essere pronto per il servizio.

Siamo ben lieti di doverci ricredere e siamo ancora più lieti che tutto proceda per il meglio anche per la Benevento-Foggia, contrariamente a quanto una recente lettera della Direzione delle FF. SS. poteva far temere.

Quanto al far conoscere all'estero quello che si fa in Italia, nessuno più di noi sarebbe felice di poterlo fare, ma mentre è facile trovare nelle riviste straniere notizie interessanti sullo sviluppo di quelle elettrificazioni, nulla ci fu mai dato di conoscere di quanto si fa da noi. Così oggi saremmo ben lieti di poter pubblicare qualche notizia sugli studi e sui lavori in corso, tanto per il trifase a 46 periodi, quanto per la corrente continua nel sud d'Italia; studi e lavori che destano il più grande interesse fra i tecnici, e perciò ci permettiamo di rivolgere un nuovo appello all'illustre Presidente del Consiglio Superiore ed alla Direzione Generale dell'Elettrificazione perchè ci diano modo di far conoscere come meritano i frutti dei loro lavori e perchè, come minimo, vogliano far trasmettere direttamente all'*Elettrotecnica*, le notizie ed i comunicati che vengono di tanto in tanto diramati ai giornali politici.

★

Per la conoscenza della produzione tecnica italiana.

Il Prof. Revessi ci ha accompagnato la recensione di due scritti di riviste straniere con la seguente lettera:

Spettabile Redazione dell'Elettrotecnica,

Mi sia permesso di interloquire sulla questione sollevata dall'Ing. Carini nella lettera pubblicata il 5 luglio, poichè mi sembra che il commento del giornale non consideri che un lato del problema.

Ricordo di avere nei primi tempi della telegrafia senza fili assistito in Germania ad alcune conferenze in proposito, in cui il nome del Marconi fu pronunziato a dir molto forse un paio di volte; ciò, come bene osserva il giornale, non ha impedito e non impedirà, che il nome del Marconi resti indissolubilmente legato alla meravigliosa applicazione. Sarebbe quindi questa una consuetudine più o meno comune a tutti i popoli più evoluti, tranne che a noi, sostanzialmente innocua, e che dimostrerebbe se mai una certa mancanza di buon gusto, inesplicabile sopratutto in una nazione raffinata come la Francia, l'eccezione nostra dimostrando un'indubbia superiorità morale, di cui potremmo anche vantarci.

Ma quando si passa da questi casi eccezionali a quel lavoro spicciolo, che il giornale giustamente addita come la fucina del progresso incessante della tecnica, la consuetudine deplorata cessa di aver per stimolo principale il sentimento di un esasperato nazionalismo, tipo francese, per dipendere invece da un più gretto movente mercantile, e riesce infatti, contribuendo a tener bassa la nostra influenza morale, materialmente a diminuire il nostro credito: perciò, proprio in questo campo, è una consuetudine, che ci dobbiamo sforzare di combattere, vincendo prima di tutto quella nostra tendenza, retaggio probabilmente della ristrettezza provinciale dei nostri ambienti passati, e conseguenza del nostro eccessivo individualismo, che ci fa istintivamente preferire quel che vien dal di fuori a quello che cresce presso di noi.

E' sensazione radicata nel mondo, e sfruttata contro di noi, che il nostro paese sia spesso culla del genio, ma che per il resto non valga che per il braccio dei suoi manovali.

A mantenere questa persuasione, come interessa all'estero, contribuiscono nel nostro campo, oltre alle cause prima accennate, la mancanza di quei grandi istituti di ricerche, di cui ormai tutti i principali Stati civili, Giappone compreso, sono attrezzati, la nostra antiquata legislazione sulla proprietà intellettuale, e la nostra scarsa potenzialità economica: si tratta in gran parte di un circolo vizioso, nel quale a mio parere non dobbiamo rassegnarci a rimanere.

Per tentare di uscirne, utile sarebbe, anche già in questa sede, un'indagine intesa a rilevare il contributo incessante, specialmente in idee originali, che gli elettrotecnici italiani portano alla soluzione dei più interessanti problemi tecnici del giorno, contributo che, almeno all'interno, non dev'essere lasciato sommergere dal maggior peso delle riviste straniere, e dalla maggior diffusione delle lingue in cui sono scritte, se non si vuole che la nazione, attraverso meccanismi complessi, e per i profani in gran parte insospettati, risenta un danno ben altrimenti più grave di quello che potrebbe lasciar supporre il brano di storia riferito dall'Ing. Carini.

Al solo scopo di iniziarla riporto due esempi relativi ad articoli recentissimi, l'uno di R. Tröger sulle grandi trasmissioni del novembre 1920, l'altro di W. Nelson Smith sul riordinamento dell'impianto tramviario di Winnipeg del marzo di quest'anno: sono due lavori interessanti, il primo anche per l'applicazione della regola di Thomson allo studio delle trasmissioni, dei quali Vi accludo due brevi tracce per la rubrica «Sunti e Sommari»: a leggere il primo, e la relativa discussione, sembra che del «trifase doppio» non si sia trattato che in Germania; a leggere il secondo, che dei vantaggi e della facilità di applicazione della distribuzione a tre fili negli impianti tramviari, non si sia avveduto che il Bureau of Standards, mentre chi scrive ebbe a trattare indipendentemente in Italia del «trifase doppio» nel 1915 (Elettrotecnica Vol. II p. 550) allo scopo più che altro di offrire un expediente per rimediare a trasmissioni diventate insufficienti, ed ebbe a dimostrare lungamente la convenienza pratica della distribuzione a tre fili in una memoria del febbraio 1920 (Elettrotecnica Vol. VII p. 95).

Io non avevo alcuna speranza di veder ripresi quei concetti, potrei dire che me n'ero dimenticato, ma oggi, che possono passare per la dogana, non dispero di veder quanto prima applicata in Italia la trasmissione «sistema Tröger o Friese», e gli impianti tramviari «tipo Winnipeg o Bureau of Standards».

E' logico attendere, che ad altri Colleghi sia capitato qualche cosa di simile, e sperare che, se tutti o quasi i casi di questo genere potessero essere raccolti, specie fra i più recenti, una breccia possa aprirsi nel cerchio che ci stringe, e che ci siamo in parte da noi stessi fabbricato.

Cordiali saluti.

Roma, 16 Luglio 1921.

G. REVESSI.

:: SUNTI E SOMMARI ::

APPLICAZIONI VARIE.

ING. VALERICO MAGGIOROTTI — **Le lande sterili degli Stati Uniti d'America rese coltivabili mediante la irrigazione.** (Annali Cons. Super. Acque, 1920, I).

Gli ingenti lavori di bonifica agraria che hanno trasformato decine di migliaia di kmq. di lande inospiti e deserte degli Stati occidentali della Confederazione americana in terreni fertili e redditizi, hanno avuto il loro vero inizio nel 1902 con la approvazione del «Reclamation Act» (legge di bonifica agraria), per il quale l'iniziativa delle opere passò dai singoli Stati al Ministero dell'Interno dell'Unione. Da allora le terre rese coltivabili ammontano ad ettari 1 200 000 con una produzione annua di 260 milioni di lire; e questo risultato è stato ottenuto mediante la creazione di 100 grandi serbatoi con sbarramenti artificiali, di 18 000 km di canali di distribuzione, con una spesa totale di circa 625 milioni di lire.

La scelta del terreno da irrigare è fatta in base all'esame dei terreni stessi, alle condizioni altimetriche, alla quantità d'acqua disponibile. I progetti vengono stesi dal servizio di bonifica, approvati dal Consiglio Federale ed eseguiti in massima parte da imprese private, tranne che per le opere di esecuzione tecnicamente più difficile o incerta.

Le soluzioni adottate sia per le prese, sia per la canalizzazione e lo scolo, sono volta a volta quelle consigliate dalle condizioni locali, senza attenersi a soluzioni fisse generali. Così le opere di irrigazione americane presentano la più grande varietà di costruzioni, quasi sempre grandiosamente armoniche.

Le terre bonificate vengono poi divise in appezzamenti (da 4 a 64 ettari) agli agricoltori disposti a coltivarle. Lo Stato fissa il contributo imponibile a risarcimento delle spese di costruzione suddividendone il rimborso in 20 anni: il 2% nei primi 4 anni, il 4% nei 2 successivi e il 6% negli altri 14. Dopo i 20 anni l'appezzamento passa in libero possesso del concessionario. L'acqua per l'irrigazione è gratuita.

Tra i coltivatori sorsero in seguito vari consorzi, alcuni dei quali hanno anche la manutenzione delle opere che generalmente spetta invece alla Direzione del servizio di bonifica.

Questa continua poi una efficace e intelligente opera di propaganda e di istruzione agricola, con una armonica cooperazione fra la direzione statale e le libere iniziative individuali.

Quando si pensi che si tratta di lavori ingenti svolti in regioni deserte e lontanissime da centri abitati, senza mezzi di comunicazione, non si può a meno di ammirare l'opera grandiosa dei tecnici nord-americani per la conquista delle terre incolte.

(c. s.)

* *

ILLUMINAZIONE.

H. E. BUTLER — **Lampade stradali "Mazda Novalux,,** (General Electric Review, giugno 1920, pag. 534).

Lo scopo del presente articolo è quello di richiamare l'attenzione, mediante opportuni confronti, sulla convenienza di sostituire nell'illuminazione stradale le ormai sorpassate lampade ad arco chiuso con unità più moderne (p. es. lampade ad incandescenza Mazda e montature Novalux). Ciò al doppio intento di migliorare la viabilità notturna (con diminuzione dei delitti ed accidenti) e di eliminare inutili dissipazioni di energia, rese più pregiudizievoli dalla carestia del carbone. La lampada ad arco chiuso pecca in tutti e due questi sensi; introdotta per eliminare gli inconvenienti dell'arco aperto (ricambio frequente dei carboni e deficiente distribuzione della luce) e diffusasi largamente in America, pur raggiungendo i vantaggi proposti, dà luogo a troppo forti perdite di rendimento. Le unità proposte, anch'esse da montarsi in serie come le lampade ad arco chiuso, hanno, rispetto a quest'ultime, potenze luminose maggiori (tipi da 250, 400, 600 e 1000 candele) ed una efficienza assai più grande (circa 14,1 lumen per watt) ed anche i ricambi sono più rari (durata di una lampada ad incandescenza del genere 1350 ore) benchè occorra di tempo in tempo procedere alla ripulitura delle vetrerie. Queste nelle montature Novalux sono di cinque tipi (globo leggero alabastrino, idem con riflettore esterno, coppa inferiore in vetro prismatico e riflettore idem, coppa rovesciata superiore in vetro prismatico e globo esterno in vetro granito, rifrattore anulare prismatico interno e riflettore esterno); le lampade ad incandescenza che possono ricevere corrispondono ad uno qualunque dei quattro tipi suaccennati. Le fig. 1 e 2, relative

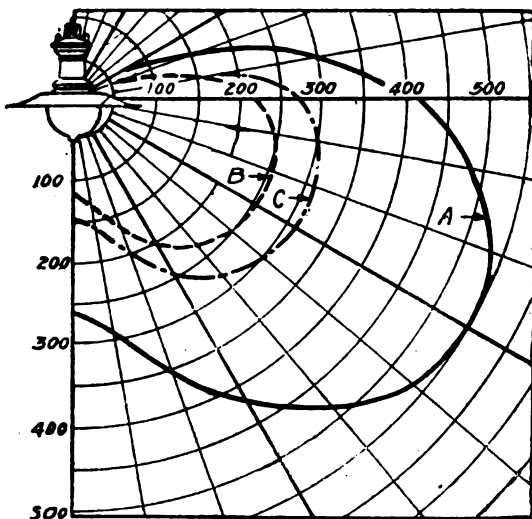



Fig. 1.

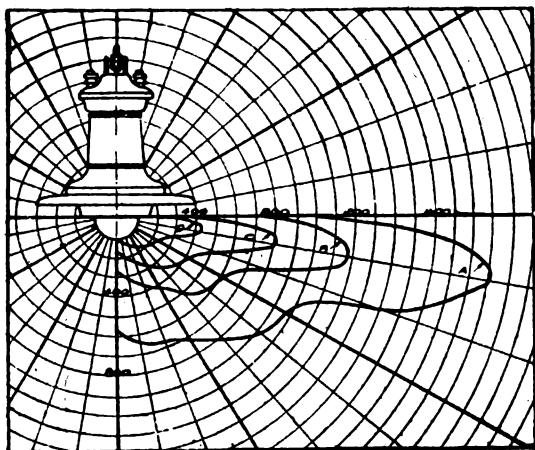



Fig. 2.

rispettivamente alla distribuzione luminosa in un piano verticale di una lampada ad arco chiuso (globo interno racchiudente l'arco leggermente opalino, globo esterno in vetro ordinario, riflettore stradale) e di una lampada Novalux-Mazda (rifrattore anulare interno prismatico olofano e riflettore esterno, senza globo esterno) forniscono un confronto assai interessante. Le lettere di contrassegno *A*, *B*, *C* ecc. corrispondono a tipi diversi di lampade in ordine: per l'arco chiuso 6,6 Amp. c. c.; 6,6 Amp. c. a.; 7,5 Amp. c. a. e per le Mazda 1000 cand., 20 Amp.; 600 cand., 20 Amp.; 400 cand., 15 Amp.; 250 cand., 6,6 Amp.). Nei diagrammi della fig. 2 l'angolo a cui spetta la massima intensità luminosa risulta più prossimo all'orizzontale per cui i raggi che debbono raggiungere le maggiori distanze posseggono anche maggiore intensità. Questo risultato può essere reso evidente mediante il tracciamento delle curve calcolate d'illuminazione (ascisse: intervallo di distanza fra ogni lampada; ordinate: illuminazione in lux), oppure: ascisse: intervallo come sopra; ordinate: rapporto fra l'illuminazione minima e quella massima) lungo il centro della via, per una determinata larghezza di questa ed una certa installazione delle lampade. Coll'aiuto di queste curve è possibile risolvere i problemi di illuminazione riflettenti lo spaziamento, l'equipaggiamento, l'illuminazione media e minima; l'uniformità di distribuzione della luce, il consumo di potenza per metro lineare, ecc.

L'equipaggiamento dipenderà dal carattere dell'impianto e dovrà essere studiato caso per caso; nelle vie residenziali, alberate, boulevard, dove è possibile diminuire lo spaziamento, sarà opportuno (a prescindere dall'effetto ornamentale ed estetico) usare vetreria diffondente anche per diminuire l'abbagliamento. Il criterio più pratico di confronto è quello del flusso totale in lumen, dato che scegliendo particolari rifrattori, riflettori, globi, ecc. si può sempre distribuire la luce nel modo più conveniente per lo scopo previsto.

La semplicità di installazione che si incontra nel sistema incandescenza-serie si estende anche all'equipaggiamento di stazione, la General Electric C. avendo studiato una grande quantità di apparecchi adatti per tutte le possibili condizioni di servizio. Le fig. 3 e 4 mostrano due tipi caratteristici di trasformatori a corrente costante (l'uno da stazione, l'altro da palo). Il primo, indicato per le località dove il gruppo di vie da illuminarsi è adiacente alla stazione o sottostazione, è raffreddato ad aria e costruito per potenze da 3 ad 80 kW, voltaggio abituale 2600 V, 60 cicli e 6,6 Amp. d'intensità secondaria.

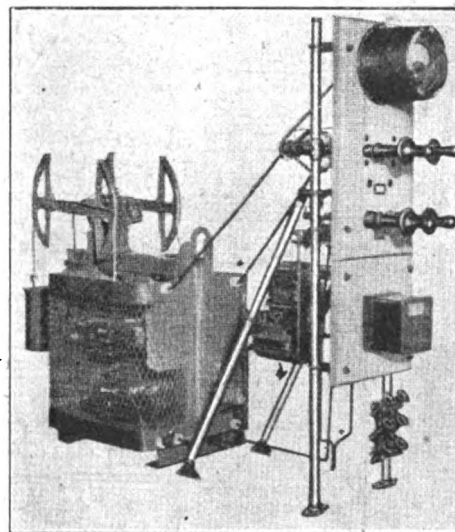
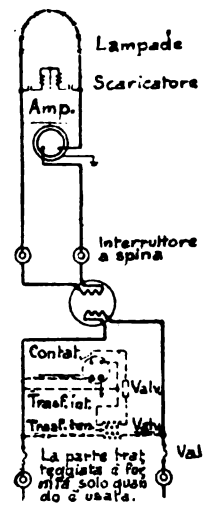



Fig. 3.

Le caratteristiche di questo apparecchio sono le seguenti: 1) corrente costante entro l'1% della normale dal pieno carico al corto circuito; 2) regolazione automatica ed istantanea; 3) isolamento massimo con impregnamento degli avvolgimenti; 4) facilità di manutenzione per essere visibile nelle sue parti; 5) rendimento e fattore di potenza elevati.

Il secondo è indicato specialmente per gli impianti nei villaggi, ecc., dove i proventi ridotti non permettono l'installazione di una sottostazione munita di un sorvegliante ed anche per le grandi città in causa del rapido incremento dei loro suburbi (che non consiglia sottostazioni definitive) assai distanti dalle stazioni esistenti. Il trasformatore in questione ripete le caratteristiche del precedente; può essere comandato da un interruttore ad olio a tempo ed è a funzionamento intieramente automatico con mantenimento della tensione entro l'1% della normale (dal pieno a nessun carico) onde garantire la vita delle lampade. In questo senso agisce la forte reattanza interna dell'apparecchio che le protegge all'atto dell'accensione e sopprime gli effetti delle sopratensioni sulla linea; la variazioni nella corrente dovute ad alterazioni nel carico secondario ed alle fluttuazioni nel voltaggio primario sono compensate dalla bobina mobile secondaria provvista di una repulsione elevata. La regolazione che così ottiene è, dal pieno carico fino al corto circuito, quasi perfetta; essa non è affettata da una leggera inclinazione possibile del palo di sostegno (sino a 10' in ogni direzione) e l'adattamento per la corrente secondaria da mantenersi costante è fatto con una leva singola. E' costruito per potenze da 1 a 20 kW, 6,6 ampère nel secondario e per la frequenza commerciale.

La fig. 5 mostra il trasformatore serie progettato per l'alimentazione di un circuito a basso voltaggio combinatamente con quello principale. Ciò è ottenuto mediante l'adozione di un rapporto di trasformazione da 1 ad 1, il secondario essendo bene isolato dal primario; la corrente che percorre questo è, qualunque sia la condizione di carico del secondario, mantenuta al suo valore normale mediante un dispositivo di regolazione.

L'apparecchio è costruito secondo diverse grandezze, da 0,04

a 10 kW. I tipi più grandi per i quali l'apertura del secondario può dar luogo (dato che il sistema serie è sotto carico) ad una eccitazione sinusoidale con conseguente distorsione di voltaggio, sono forniti di dispositivi protettori a film.

Con questo trasformatore si raggiunge l'obbiettivo di un impiego promiscuo (spesso l'illuminazione stradale a bassa tensione essendo integrante di quella normale) e di una accensione simultanea (com'è p. es. richiesto nelle strade laterali isolate, installazioni su pali telefonici, gruppi limitati di lampade entro fabbricati, ponti, circuiti facenti capo a lampade stradali ecc.) eliminando la posa di altre linee partenti dalle centrali.

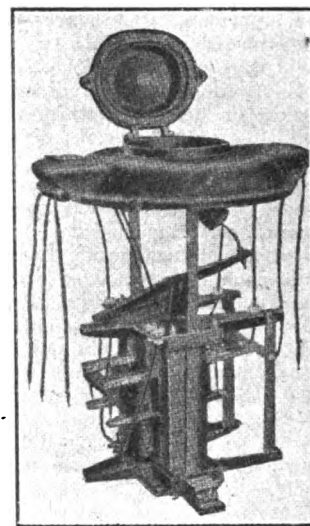
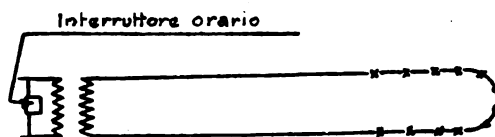
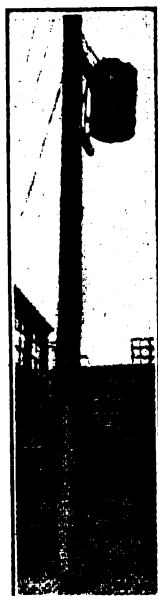
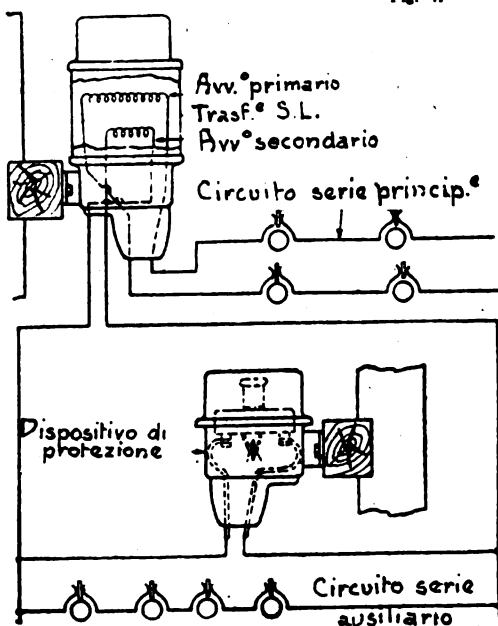
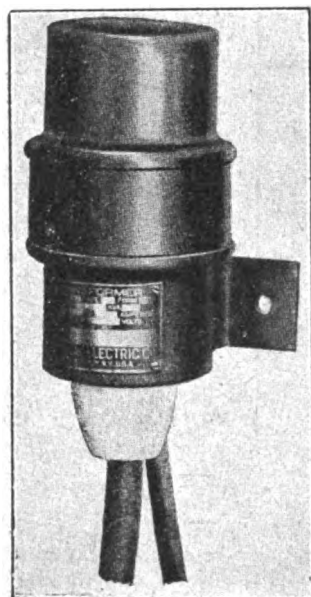



Fig. 4.

Fig. 5.

Laddove si debbano impiegare lampade Mazda di grande candelaggio (come le: 15 Amp., 400 Cand.; 20 Amp., 600 cand.; 20 Amp., 1000 cand.) è opportuno l'impiego di autotrasformatori (fig. 6) adattandosi alle montature Novalux tanto pendenti che ornamentali. Il circuito della lampada è isolato da quello a voltaggio elevato della distribuzione in serie, il che non presenta alcun inconveniente nelle installazioni aeree od anche in quelle ornamentali, disponendo i conduttori ad alta tensione lungo l'asse del candelabro in modo che siano bene isolati o meglio collocando il trasformatore entro lo zoccolo od interrato nel suolo in prossimità.

L'autore chiude l'esposizione del confronto fra il nuovo sistema di illuminazione e quello con le lampade ad arco chiuso, facendo rilevare, (cosa che ha per gli impianti italiani poca importanza), come anche nelle centrali lo spazio occupato dalle dinamo Brush installate per l'alimentazione degli archi a c. c. ed azionate da un motore sincrono, sia notevolmente superiore, a parità di potenza, a quello necessario all'installazione dell'equipaggiamento completo di un trasformatore a corrente costante destinato all'alimentazione di lampade incandescenti in serie.

C. E.

Fig 6.

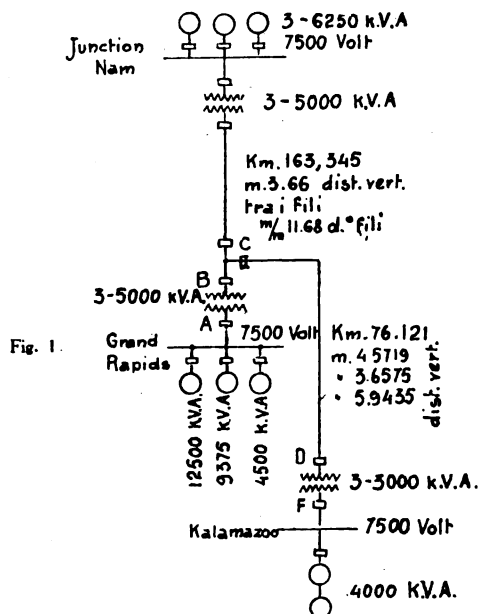
* *

MISURE: METODI ED ISTRUMENTI.

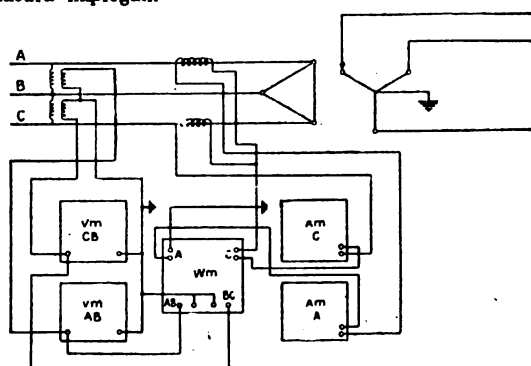
W. W. LEWIS — **Determinazione delle perdite per "effetto corona".** (General Electric Review, maggio 1920, pag. 319).

La teoria della formazione della corona luminosa e le formule per i calcoli relativi alle linee di trasmissione sono state esaurientemente studiate dal Peck (Trans. A. I. E. E., 1911-12-13); si presenta però spesso il problema di misurare le perdite su installazioni funzionanti e di eseguire il confronto con quelle calcolate. Parecchi dei trasporti elettrici d'energia esistenti danno luogo, specialmente se di vecchia costruzione, a dissipazioni di energia considerevoli per effetto corona; la perdita finanziaria implicata deve preoccupare tanto più, in quanto che gli impianti più recenti sono progettati per funzionare ad un voltaggio superiore a quello al quale diventa sensibile l'effetto corona. La tensione di trasporto di cui ora si discute, come ulteriore progresso sui limiti attuali, è quella di 220 000 Volt ed è quindi opportuno che le prove vengano spinte sino a questo valore.

La fig. 1 rappresenta lo schema, dell'impianto sul quale l'A. ha eseguito gli esperimenti, impianto che comprendeva una lunghezza

Fig. 1.

totale di 240 Km. Gli interruttori contrassegnati con *A* ed *F* furono mantenuti costantemente aperti, separando così la linea di trasmissione dalle barre omnibus di Grand Rapids e Kalamazoo: quelli *B, C* e *D* vennero aperti a norma del bisogno.

La fig. 2 riproduce lo schema delle connessioni relative agli strumenti di misura impiegati.

Fig. 2.

Le determinazioni vennero divise in due serie:

a) con trasformatori elevatori e riduttori connessi triangolo-triangolo, in conformità del loro normale modo di funzionamento;

b) con trasformatori elevatori e riduttori connessi a triangolo (bassa tensione) ed a stella (alta tensione), permettendo così un aumento, a pari bassa tensione applicata, del 73% sul voltaggio di linea.

I trasformatori in Junction Dam e Grand Rapids erano in parallelo, ogni gruppo comprendendo tre unità da 5000 kV-a, 30 periodi; il gruppo di Kalamazoo consisteva in tre unità da 3000 kV-a.

La bassa tensione di tutti i gruppi era di 7500 Volt, l'alta di 140 000 Volt con morsetti per 135 000/130 000/125 000/120 000. In tutte le misure di cui in *a*) i trasformatori elevatori davano 135 000 Volt; nelle misure di cui in *b*) i trasformatori elevatori erano connessi a stella per 120 000/208 000 Volt.

La fig. 3 riproduce, a titolo di esempio, uno dei numerosi diagrammi ottenuti dall'autore, che ha eseguito 43 distinte determinazioni in condizioni differenti di lunghezza di linea, modo di collegamento e numero dei trasformatori presenti nelle stazioni riceventi od intercalari, di condizioni atmosferiche (tempo bello o piovoso, tempo bello con differenti temperature). Nei diagrammi sono riportate come ascisse le

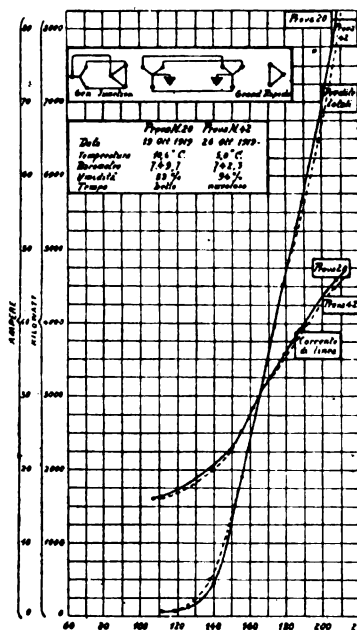



Fig. 3.

alte tensioni della linea in Kilovolt; come ordinate, le correnti corrispondenti e la perdita *misurata*, in Kilowatt. La fig. 3, in particolare, è relativa al tratto di linea da Junction Dam a Grand Rapids, con trasformatori in funzionamento a Grand Rapids e connessioni a stella coi seguenti rapporti di trasformazione: Junction Dam 120 000/208 000 Y : 7500; Gran Rapids (determinazione N. 42) 125 000/216 500 Y : 7500.

Nella tabella che segue è registrata la perdita per effetto corona

1	2	3	4	5	6	7	8	9
kV.	Perdita totale misurata Kw.	Perdita nella trasformazione a Junction Kw.	Perdita nella trasformazione a Grand Rapids Kw.	Perdita nella linea (I^2R) Kw.	Perdita totale nei trasformatori e nella linea	Perdita netta per la corona Col. 2 — Col. 6 Kw.	Perdita *calcolata* per la corona Kw.	Perdita *calcolata* per la corona (media dei potenziali alle estremità) Kw.
100	60	25	24	12	61	0	0	0
110	75	30	29	13	72	3	1	1
120	110	34	35	16	85	25	83	110
130	190	40	41	18	99	91	297	375
140	675	46	48	22	116	559	628	780
150	1525	52	55	28	135	1390	1127	1350
160	2500	58	63	38	159	2341	1742	2060
170	3560	66	72	50	188	3372	2497	2900
180	4680	75	82	63	220	4460	3360	3925
190	5900	86	97	76	259	5641	4388	5100
200	7000	98	113	91	302	6698	5540	6375
210	8130	113	133	108	354	7776	6830	7825
220	9250	133	160	125	418	8832	8220	9300

dedotta sperimentalmente, cioè la perdita misurata meno quella di trasformazione e di linea (I^2R) e quella calcolata, riferita sia alla tensione di partenza che alla media delle tensioni egli estremi della linea. Si noterà l'accordo abbastanza soddisfacente fra i valori calcolati e quelli misurati; i primi sono superiori ai secondi fino a 140 kV circa, poi la prevalenza si inverte.

Una circostanza interessante che emerge dalle misure fatte è quella che la corrente di carica e l'aumento di tensione lungo la linea risultano in realtà notevolmente maggiori di quelle calcolate. Per esempio, nella determinazione N.° 42, in corrispondenza alla tensione di 200 kV, la corrente di carica relativa al tratto di linea, di 160 Km circa, separante Junction Dam da Grand Rapids, si trovò ammontare a 39 Amp., mentre il calcolo forniva circa 29,6 Amp. Nella stessa determinazione, in corrispondenza a 180 kV, l'aumento di potenziale lungo il medesimo tratto salì a 4300 Volt, mentre il calcolo indicava appena 600 Volt (circa).

Queste divergenze possono essere conciliate, anche quantitativamente, supponendo che la corona abbia altresì l'effetto di accrescere la sezione del conduttore, aumentando con ciò la capacitanza e diminuendo l'induttanza. Fatte le opportune correzioni in questo senso, il calcolo indicherebbe, nelle condizioni sopra accennate, una corrente di carica di 39 Amp. ed un aumento di tensione di 3200 Volt. La ipotesi ora accennata sembrerà ragionevole, quando si pensi che la corona luminosa è l'indice che l'aria circostante al conduttore ha cessato di comportarsi come un dielettrico normale.

G. E.

* *

TELEGRAFIA, TELEFONIA, SEGNALAZIONI.

Sistema di telegrafia per circuiti perturbati dalla trazione elettrica [1]. (Rivista Tecnica delle Ferrovie Italiane, febbraio-marzo 1921).

E' ben noto che uno dei principali ostacoli alla diffusione dei sistemi di trazione elettrica a corrente alternativa è dato dalle perturbazioni prodotte sui circuiti telegrafici situati in prossimità delle ferrovie elettrificate, e che le tenaci opposizioni delle Amministrazioni telegrafiche — in Europa quasi tutte statali — all'adozione della corrente alternativa sono motivate dalle spese rilevantissime, che esse devono sostenere per proteggere i propri impianti contro le suddette perturbazioni.

Molti sono i tentativi fatti ed i sistemi proposti e sperimentati per eliminarle, od almeno per attenuarle tanto da rendere possibile l'esercizio dei telegrafi coi sistemi ordinari; ma da recenti articoli riassuntivi di Riviste tecniche e dai responsi di varie Commissioni incaricate da diversi Stati dello studio di così importante questione si rileva, come conclusione, che le soluzioni veramente efficaci del problema, specialmente per le ferrovie elettriche di grande traffico, sono due: il raddoppio dei conduttori dei singoli circuiti telegrafici e l'allontanamento, che dev'essere di parecchi chilometri, delle linee telegrafiche perturbate.

I diversi sistemi e dispositivi finora escogitati — all'infuori di questi due — molti dei quali assai complicati e costosi, sono informati al concetto di ostacolare la produzione o la circolazione delle correnti perturbatrici, operando sia sui circuiti telegrafici, sia sugli impianti di trazione, mantenendo inalterati gli attuali sistemi di trasmissione telegrafica. Recentemente i Signori Frattola Enrico, Castelli Vitale Egisto e Regnoni Romualdo, funzionari della Direzione Generale delle Ferrovie dello Stato, hanno concretato una nuova soluzione, basandosi su concetti affatto diversi, e cioè:

1°) Non opporre alcun ostacolo alla produzione delle correnti perturbatrici, lasciandole liberamente circolare sui fili telegrafici insieme a quelle di trasmissione.

2°) Adottare correnti di trasmissione tali da rendere possibile l'impiego degli ordinari apparecchi telegrafici ricevitori, resi insensibili alle perturbazioni mediante l'interposizione fra essi e la linea di appositi apparecchi, che funzionino soltanto colle correnti di trasmissione, ed ostacolino quelle perturbatrici.

La realizzazione di tali concetti fu ottenuta applicando il noto principio della risonanza elettrica; per la trasmissione venne adottata una corrente alternativa di frequenza relativamente elevata rispetto a quella delle correnti di disturbo e per il ricevimento un complesso in risonanza colla corrente di trasmissione.

A cura della Direzione Generale delle Ferrovie dello Stato vennero eseguiti esperimenti preliminari del sistema sulla linea Torino-Pinerolo a trazione elettrica trifase, sulla quale, per la mancanza di una sottostazione di alimentazione al punto estremo di Pinerolo, l'entità dei disturbi supera di molto quella, che ordinariamente si riscontra sulle altre linee elettrificate della rete; ed invero sui circuiti telegrafici situati lungo tale linea si manifestano f. e. m. indotte di notevole durata superiori ai 100 Volt efficaci, con punte di massimo fino ai 258 Volt.

Per la trasmissione si adottò una frequenza di circa 110 periodi ($\omega = 700$) la quale, mentre è largamente distanziata dalla frequenza delle correnti di disturbo (16 periodi, $\omega = 100$) non è eccessivamente elevata nei riguardi dell'attenuazione, la quale, anche per notevoli lunghezze di linea, risulta ancora praticamente tollerabile. Come generatore di corrente si sperimentarono un ordinario rocchetto d'induzione alimentato da corrente continua periodicamente interrotta (rocchetto di Ruhmkorff); il duplicatore statico di frequenza Vallauri (Atti dell'Associazione elettrotecnica Italiana Vol. 15 fasc. 5 maggio 1911); il triplicatore statico Spinelli (L'Elettricista N. 14 del 1912) e un piccolo alternatore mosso da un motorino elettrico. I moltiplicatori statici di frequenza, alimentati dalla corrente stradale, diedero i risultati più soddisfacenti.

Per il ricevimento si adottò un complesso costituito da una induttanza e da una capacità in serie fra di loro ed in risonanza con la frequenza della trasmissione. L'induttanza è formata dalle bobine di un relais polarizzato; le vibrazioni dell'ancora di questo, al passaggio della corrente di trasmissione interrompono intermittentemente un circuito di pila locale, comprendente la macchina telegrafica, con o senza l'intermediario di un secondo relais ordinario, facendola funzionare regolarmente.

I complessi riceventi e trasmittenti erano, nell'esperimento, collegati in derivazione fra il filo di linea e la terra.

Le conclusioni desunte da tali prove possono così formularsi:

1°) Il sistema permette il regolare funzionamento degli ordinari apparecchi Morse su circuiti a filo semplice soggetti a perturbazioni;

2°) l'attenuazione che l'uso delle correnti alternate porta inevitabilmente nella distanza di trasmissione non può avere praticamente importanza nei limiti delle ordinarie lunghezze di circuiti per il servizio ferroviario;

3°) le perturbazioni prodotte a sua volta dal sistema di telegrafia a correnti alternate sui circuiti telegrafici vicini e paralleli non hanno alcun effetto sul funzionamento degli apparecchi Morse;

4°) le perturbazioni prodotte su linee telefoniche vicine e parallele a doppio filo nei casi osservati sono dello stesso ordine di quelle prodotte dagli altri circuiti telegrafici, quando si impieghi il generatore a rocchetto; sono affatto insensibili quando si impieghi un generatore, che fornisca una curva di f. e. m. più regolare.

L'Amministrazione ferroviaria, visto l'esito soddisfacente degli esperimenti, ha deliberato di fare una prima applicazione pratica del sistema sulla stessa linea Torino-Pinerolo, sulla quale i circuiti telegrafici ferroviari erano stati adattati soltanto provvisoriamente con soppressioni e dimezzamenti di circuiti e ritorni comuni. I lavori relativi sono in corso, e si prevede che l'impianto sarà ultimato e attivato entro l'estate di quest'anno.

L'impianto stesso ed il suo esercizio in servizio corrente costituiranno secondo gli AA. un campo di studi interessanti ed utili per le future più ampie applicazioni, delle quali essi contano di poter dare a suo tempo notizia.

* *

TRAZIONE.

A. SWARTZ — **Tipo economico di pavimentazione stradale in corrispondenza ai punti di incrocio dei binari.** (E. R. J., 25-12-1920).

Gli incroci dei binari vanno soggetti a rapida usura ed il loro ricambio sulle reti urbane implica sempre la rimozione della pavimentazione stradale con grave disturbo per il traffico.

Per rendere più facile e sollecito questo lavoro è stato studiato ed esperimentato in America dalla Toledo Railways & Light Company (Ohio) un tipo speciale brevettato di pavimentazione nel quale la zona dell'incrocio è suddivisa in altrettante sezioni a contorno regolare rettangolo od obliquangolo. Per ciascuna di esse viene costruita una robusta intelaiatura in legno sulla quale sono disposti i blocchi di legno impregnato, della pavimentazione normale assicurati sul fondo mediante chiodatura.

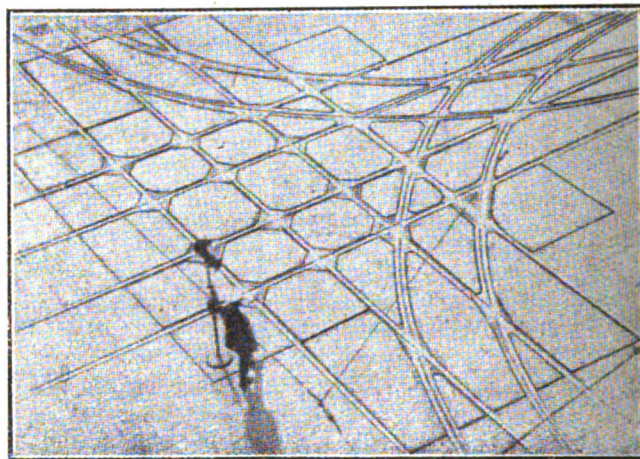



Fig. 1.

Le sagome così preparate sono affondate nel terreno e, per agevolarne la manovra, al centro di ciascuna di esse è assicurato un anello di ferro. Nelle zone basse, dove c'è pericolo che l'acqua possa stagnare, si provvede al suo scolo appoggiando le sagome sopra una sottostruttura formata da una gettata di calcestruzzo ricoperta da uno strato di pietrame. Adiacente al piano del calcestruzzo è scavato un pozzetto di raccolta protetto da una griglia di ferro e verso di esso con opportuna inclinazione, sono fatte scolare le acque. Il pozzetto a sua volta è messo in comunicazione colle ordinarie condutture della fognatura nelle quali si scarica.

Fra la zona a pavimentazione speciale e la zona a pavimentazione normale è interposto un diaframma trasversale in blocchi di legno.

(*g. a. r.*)

CRONACA

TRAZIONE.

Il nuovo locomotore monofase delle Ferrovie Bernesi (Revue B. B. C., Dicembre 1920). — L'elettrificazione di questa rete fu decisa nel 1918: nel Maggio 1920 ebbero luogo le prime corse di prova.

La costruzione di una parte dei locomotori venne affidata alla casa Brown-Boveri di Baden in unione alle Officine per la costruzione di locomotive di Winterthur. Diamo quì sotto la descrizione di questo tipo di materiale.

I locomotori dovevano servire tanto pel servizio dei treni passeggeri quanto dei treni merci. Era richiesto uno sforzo di trazione ai cerchioni di 8000 kg orari alla velocità di 35 km-ora corrispondente ad una capacità di traino di 310 tonn. sul 15 per mille e 180 tonn. sul 25 per mille. Lo spunto all'avviamento doveva essere tale da consentire al treno di raggiungere la velocità di 35 km-ora in meno di 4 minuti. La velocità massima era prevista di 60 km-ora. Il peso massimo del locomotore non doveva superare le 72.5 tonn. complessivamente e le 5,2 tonn. per metro corrente.

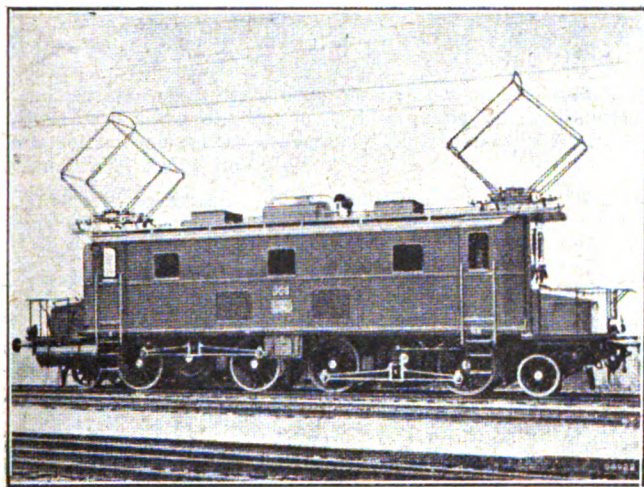



Fig. 1.

In base a queste premesse venne scelto un tipo corrispondente alle caratteristiche seguenti:

Rodiggio		1-B-B1	
Scartamento		normale	
Raggio minimo delle curve	m.	180	(114 negli scambi)
Lunghezza fra i respingenti	»	14,390	
» della cassa	»	10,300	
Larghezza »	»	2,900	
Altezza del tetto sul piano del ferro	»	3,755	
Distanza fra gli assi estremi	»	10,550	
» » » » di un carrello	»	2,900	
Diametro delle ruote motrici	»	1,230	
» » » portanti	»	0,850	
Distanza fra i perni dei carrelli	»	4,150	
Pressione massima sugli assi motori	tn.	12,75	per asse
» » » » portanti	»	11	» »

PARTE MECCANICA.

Consta essenzialmente di due carrelli, ciascuno con 2 assi motori ed 1 asse portante e di una intelaiatura sulla quale è montata la cassa. Fra i due assi motori trova posto l'asse ausiliario montato su supporti registrabili per permettere la regolazione del gioco degli ingranaggi. Alle due estremità dell'asse ausiliario sono montate le ruote dentate, a dentatura elicoidale, le quali hanno denti orientati in senso opposto. Con questa disposizione si viene ad equilibrare automaticamente la distribuzione dello sforzo fra le due ruote rendendo superfluo l'impiego di molle. Il rapporto degli ingranaggi è di 1 : 3,86.

L'asse ausiliario comanda gli assi motori a mezzo di bielle a corsoio aventi cioè i 2 supporti di estremità fissi, mentre la posizione del supporto centrale, a corsoio, è regolabile a mezzo di chiavette a cuneo.

I due carrelli sono fissati all'intelaiatura a mezzo di perni verticali situati fra l'asse ausiliario e l'asse motore interno. L'intelaiatura appoggia su pattini disposti ai due lati di ciascun perno e su perni a vite montati su molle e disposti al di sopra di ciascun asse portante. Questa disposizione permette di scaricare su questi una frazione più o meno grande del peso del locomotore.

La cassa comprende uno scomparto centrale per le macchine e gli apparecchi, due cabine di comando alle estremità e due corridoi d'accesso laterali. Vi è possibilità di comunicazione anche fra il locomotore ed il treno. Il gruppo compressore e le sabbiere sono disposte fuori della cassa alle due estremità del locomotore. La frenatura è ottenuta a mezzo di freno a mano e di freno ad aria Westinghouse capace di una forza frenante pari al 90% del peso aderente.

PARTE ELETTRICA.

Si è cercato di ottenere la disposizione più semplice e più sicura. Si è rinunziato perciò ai comandi elettrici, al comando multiplo, al ricupero ed alla frenatura elettrica. Gli apparecchi sono comandati meccanicamente o ad aria compressa. I circuiti principali sono 5 e precisamente:

1)	circuito ad alta tensione (monofase)	15 000 Volt
2)	» di alimentazione dei motori (monof.)	500 »
3)	» per riscaldamento (monof.)	800 ÷ 1200 »
4)	» per i servizi ausiliari (»)	220 »
5)	» di illuminazione (corr. continua)	36 »

L'interruttore principale in olio, è installato sul tetto al centro della locomotiva, immediatamente al di sopra del trasformatore così che è ridotto al minimo lo sviluppo delle condutture ad alta tensione nell'interno del locomotore. Esso è comandato con trasmissione a catena, da un piccolo motore ad aria compressa e, grazie ad una disposizione a ruota libera, può scattare anche indipendentemente. Due relais a massima inseriti nel circuito dei motori ed un relais a tensione zero alimentato dal circuito a 220 Volt, determinano l'apertura dell'interruttore principale in caso di sovraccarico dei motori o di interruzione della corrente. Con questa disposizione non sono necessari interruttori speciali per i motori.

L'interruttore principale può essere manovrato anche a mano con comando meccanico.

Il trasformatore è del tipo in olio con raffreddamento a circolazione d'olio. A mezzo di una pompa, l'olio viene spinto dalla cassa del trasformatore attraverso un refrigerante, raffreddato da un ventilatore ed il movimento è continuo. E' questo il primo esperimento di un tale sistema di raffreddamento e sembra abbia dato buoni risultati consentendo una riduzione sensibile del peso del trasformatore.

Il trasformatore è avvolto come auto-trasformatore con 13 prese al secondario per tensioni da 100 a 620 Volt e 3 prese ausiliarie per 800 - 1000 - 1200 Volt per il circuito di riscaldamento.

La sua potenza di 1110 kVA è distribuita: 900 kVA ai motori; 50 kVA ai servizi ausiliari e 160 kVA al riscaldamento nell'inverno. La frequenza può variare da 15 a 16 2/3 periodi.

Il trasformatore può sopportare sovraccarichi del 20% per un'ora; del 30% per 15 minuti e del 100% istantanei.

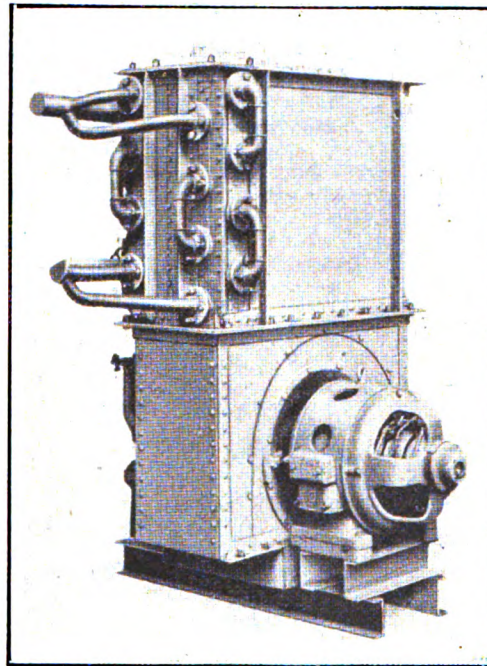



Fig. 2.

L'avviamento e la regolazione della velocità dei motori avvengono a mezzo di un inseritore a 13 tasti che permette di variare progressivamente la tensione ai morsetti. La tensione normale di 500 Volt corrisponde all'11° tasto ed i due successivi servono a compensare eventuali cadute di tensione in linea fino al 20%.

L'inseritore è comandato a mano, per mezzo di una trasmissione montata su supporti a sfere e durante il passaggio da un tasto all'altro la bobina corrispondente del trasformatore viene chiusa automaticamente in corto circuito su opportune resistenze così che la tensione nel passaggio risulti circa la media di quelle corrispondenti ai due tasti che si succedono. In questo modo si ottiene un avviamento molto dolce anche con un numero relativamente piccolo di tasti.

I due motori sono del tipo monofase, serie compensato, a 12 poli e sono muniti di poli ausiliari. Ciascuno è capace di una potenza con-

tinua di 525 HP e di una potenza oraria di 645 HP entrambe alla velocità di 40 km-ora.

Il peso di un motore completo, senza il pignone, è di 5300 kg, ossia circa 8 kg per HP orario. I due motori lavorano costantemente in parallelo e ciascuno di essi può essere escluso indipendentemente in caso di avaria.

Il circuito per i servizi ausiliari comanda: i ventilatori dei motori; il ventilatore e la pompa d'olio del trasformatore; i gruppi compressori e il gruppo motore dinamo per l'illuminazione. Quest'ultimo ha una potenza di 1,5 kW e la dinamo funziona in parallelo con una piccola batteria di accumulatori destinata a compensare le variazioni di tensione in linea ed a mantenere costante l'intensità luminosa.

I risultati delle prove furono assai soddisfacenti.

Il peso del locomotore risultò di circa 40 tonn. per la parte meccanica e 28,5 tonn. per la parte elettrica; in totale tonn. 68,5 Durante le prove di avviamento sulla salita del 27% e con un peso rimorchiato di 153 tonn. il treno raggiunse in 130 secondi la velocità di 38 km-ora con un assorbimento massimo di corrente di 1200 Amp. corrispondente al 110% della corrente oraria dei motori.

Associazione Elettrotecnica Italiana

Eretta in Ente morale il 3 Febbraio 1910

Commissione permanente per la revisione delle NORME PER L'ESECUZIONE E L'ESERCIZIO DEGLI IMPIANTI ELETTRICI.

Nel numero del 25 novembre 1919 dell'Elettrotecnica, sono state pubblicate le deliberazioni che la Commissione per la revisione delle «Norme» ebbe, a suo tempo, a prendere per la seconda revisione delle «Norme» stesse.

In successivi numeri dell'Elettrotecnica sono state pubblicate le osservazioni alle deliberazioni, che vennero fatte dalla sezione di Torino (n. 4 del 5 febbraio 1920), da quella di Venezia (¹) (n. 11 del 15 aprile 1920), da quella di Trieste (n. 17 del 15 giugno 1920) e da alcuni soci della sezione di Milano (²) (n. 18 del 25 giugno 1920).

Altre osservazioni sono pure apparse nell'Elettrotecnica o pervenute direttamente alla Commissione (³).

Questa Presidenza, esaminate le varie osservazioni, ha concretato, per ogni singolo articolo, opportune proposte per l'accoglimento delle osservazioni stesse e per le relative modificazioni da apportare al testo già deliberato, ogni qualvolta è sembrato che le osservazioni potessero essere accettate; mentre negli altri casi ha esposto i motivi per i quali ha ritenuto di non accedere alle proposte variazioni o di soprassedere alle decisioni.

Le suddette proposte della Presidenza sono state diramate ai Commissari Bonghi, Carazzolo, Del Buono, Dina, Mengarini, Morelli, Semenza, Silvestri, Soleri, Trossarelli, Utili, Vannotti e Vismara, invitandoli a norma del regolamento della Commissione ad esprimere il loro parere per referendum.

In esito a tale referendum le deliberazioni e le corrispondenti variazioni ed aggiunte sono riassunte qui appresso con le relative votazioni riportate.

A norma dell'art. 5 del regolamento, le deliberazioni così prese dalla Commissione si intendono confermate in seconda lettura e pertanto definitive.

Una nuova edizione delle «Norme» colle variazioni e aggiunte deliberate verrà quanto prima data alle stampe.

E' intenzione di questa Presidenza di intraprendere prossimamente un'altra revisione, in occasione della quale potranno venir definite alcune questioni tuttora in sospeso (vedi art. 21, 51, 70 e 73) e prese in esame altre questioni recentemente affacciate da alcuni Soci (⁴).

PER LA COMMISSIONE

Il Segretario R. NORSA — *Il Presidente* G. MOTTA

Milano, 15 *Giugno* 1921.

I.

Agli articoli seguenti non sono state fatte osservazioni, e quindi per essi rimane senz'altro confermato in 2a lettura il testo già deliberato (Vedi Elettrotecnica del 25 novembre 1919):

Questioni generali; Art. 6; 11 bis; 23; 24; 28; 30, 2ª parte, 33; 43; 46; 53, 2ª parte; 96; 108, 1ª parte; 115, 1ª parte.

(¹) e in particolare dal Commissario Carazzolo.
(²) Gonzales e Rebora.
(³) Mochi, Modigliani e Piazzoli.
(⁴) Del Buono, Locatelli e Piazzoli.

II.

Agli articoli seguenti, già prima presi in esame, sono state fatte osservazioni, che però non sono state accolte, onde rimane confermato in 2ª lettura il testo già deliberato (Vedi Elettrotecnica del 25 novembre 1919):

Oggetto e portata delle Norme	Voti 14 su 14 votanti
Art. 1	» 12 su 14 »
» 4	» 12 su 14 »
» 7	» 13 su 14 »
» 9	» 13 su 14 »
» 11	» 10 su 14 »
» 14	» 13 su 14 »
» 16	» 12 su 14 »
» 17	» 13 su 14 »
» 18	» 13 su 13 »
» 19	» 13 su 14 »
» 20	» 13 su 14 »
» 29	» 11 su 14 »
» 31	» 13 su 14 »
» 32	» 13 su 14 »
» 48	» 12 su 14 »
» 62	» 14 su 14 »
» 66	» 14 su 14 »
» 69	» 11 su 14 »
» 84	» 14 su 14 »
» 106	» 14 su 14 »

Art. 21. — A questo articolo sono state fatte osservazioni che la Commissione ha ritenuto di non accogliere per ora, riservandosi però di riprendere prossimamente in esame l'articolo stesso. Voti 10 su 14 votanti.

Art. 70. — A quest'articolo sono state fatte osservazioni, che la Commissione ha ritenuto di non accogliere per ora, riservandosi però di riprendere prossimamente in esame l'articolo stesso.

Voti 14 su 14 votanti.

III.

Agli articoli seguenti sono state fatte nuove proposte di modificazioni del testo vigente; tali proposte non sono però state accolte, onde rimane confermato il testo vigente:

Simboli A. V. O. W.	Voti 11 su 13 votanti
Art. 13	» 10 su 13 »
» 18	» 13 su 13 »
» 25-33	» 14 su 14 »
» 27	» 12 su 14 »
» 45	» 12 su 14 »
» 54	» 13 su 14 »
» 57	» 14 su 14 »
» 67	» 14 su 14 »
» 68	» 14 su 14 »
» 75	» 11 su 14 »
» 77	» 11 su 13 »
» 78	» 10 su 12 »
» 79	» 13 su 14 »
» 86	» 13 su 14 »
» 88	» 14 su 14 »
» 98	» 11 su 14 »
Appendice	» 14 su 14 »

Art. 73. — A quest'articolo sono state fatte osservazioni che la Commissione ha ritenuto di non accogliere per ora, riservandosi però di riprendere prossimamente in esame l'articolo stesso.

Voti 14 su 14 votanti

Art. 100. — Per quest'articolo, pur essendo risultata approvata una variazione proposta, si è dovuto tornare al testo vigente in seguito ad osservazione dell'ing. Piazzoli.

La Commissione ha inoltre deliberato di non accogliere le proposte fatte per l'aggiunta alle Norme dei Simboli grafici per gli schemi (Voti 10 su 14 votanti), di Norme speciali per teatri e locali analoghi (Voti 12 su 14 votanti) e di una Tabella delle tensioni normali (Voti 11 su 14 votanti).

IV.

Agli articoli seguenti, già formanti oggetto della precedente deliberazione (Vedi Elettrotecnica del 25 novembre 1919) *sono state proposte variazioni, che furono accolte (a complemento o modificazione delle variazioni precedentemente deliberate) nel modo seguente e con le seguenti votazioni*:

ART. 5.

Variazione:

« . . . . per il comando diretto o indiretto di apparati «manovrabili del quadro di distribuzione».

N.B. - Pure essendo risultata approvata la variazione dapprima proposta per questo articolo, si è tenuto conto della osservazione fatta in sede di votazione da Vannotti e Carazzolo.

Art. 8.

Proposte di Torino, Trieste, Rebora, Gonzales e Mochi.

Variazione:

« SEPARATORE è un apparecchio atto ad interrompere in modo « direttamente visibile la continuità metallica di un conduttore.

« INTERRUTTORE UNIPOLARE è invece un apparecchio atto ad in- « terrompere la corrente in un solo conduttore del sistema.

« INTERRUTTORE MULTIPOLARE è per le Norme un interruttore « atto ad interrompere simultaneamente la corrente in tutti i con- « duttori del sistema. Per estensione VALVOLA MULTIPOLARE è per le « Norme un complesso di tante valvole quanti sono i conduttori « del sistema.

« INTERRUTTORE GENERALE è l'interruttore multipolare ecc. ».

Voti 10 su 14 votanti.

Art. 10.

Proposta Mochi.

Variazione:

« . . . . a contatto con le parti dell'impianto elettrico isolate « da terra e simultaneamente con pareti, oggetti o persone non « egualmente isolate ». Voti 12 su 14 votanti.

Art. 34.

Proposta di Trieste.

Variazione:

« *d*) . . . . . largamente proporzionati, incombustibili, non de- « formabili per il calore e non igroscopici ecc. ».

« *e*) da questa norma sono esclusi gli utensili isolanti come i « fioretti, le tenaglie, i guanti e simili ».

Voti 14 su 14 votanti.

Art. 35.

Proposte di Trieste e Gonzales.

Variazione:

« *c*) portare specialmente per l'alta tensione una chiara indi- « cazione esterna di circuito aperto e chiuso;

« *d*) *avere la custodia e la chiavetta costituite di materiale iso- « lante, o quanto meno rivestite esternamente, oppure internamen- « te, di materiale isolante.*

« *h*) installarsi preferibilmente su condutture fisse.

« *i*) essere di tipo completamente chiuso . . . . .

Voti 11 su 14 votanti.

Art. 37.

Proposte di Trieste e Gonzales.

Variazione:

« *f*) . . . . *con fusibile per correnti troppo intense* . . . .

« *h*) *realizzare la separazione dei singoli fusibili a mezzo di « materiali isolanti e incombustibili;*

« *i*) *costituire un apparecchio a sè, potendosi tutt'al più* . . . . »

Voti 13 su 14 votanti.

Art. 42. Ultimo capoverso.

Proposta Rebora.

Variazione:

« *Il collegamento a terra deve essere eseguito in ogni caso nel « modo migliore possibile in relazione alle condizioni locali. Pos- « sono servire da elettrodi tanto delle piastre metalliche non fa- « cilmente corrodibili, di almeno 1/2 mq di superficie, quanto « e preferibilmente dei tubi metallici infissi nel terreno col siste- « ma dei pozzi artesiani. Possono anche usarsi le tubazioni mol- « to estese di acqua, nonchè le rotaie di corsa di ferrovie e tram- « vie elettriche.*

« Non è accettabile di usar come elettrodi . . . . . »

Voti 14 su 14 votanti.

Art. 44.

Proposta di Trieste.

Variazione:

« *Nel calcolo delle condutture la pressione del vento sarà rag- « guagliata a 120 kg. per mq. di superficie piana, normalmente « colpita.*

« *Per i conduttori cilindrici la pressione del vento si raggua- « glierà a quella esercitata sopra una superficie piana, pari a sei « decimi della sezione meridiana, oppure si calcolerà con l'espres- « sione* $P = 0{,}0045\ d\ V^2$, *nella quale* d *è il diametro del condut- « tore (o del cerchio circoscritto alla sezione retta) in metri e* V *« è la velocità ammessa per il vento in km/ora.*

« *Inoltre si dovrà tener conto dei sovraccarichi eventuali di « ghiaccio e neve. Le probabili variazioni di temperatura si valu- « teranno a seconda delle circostanze locali, assumendo per la tem- « peratura minima, ove manchino dati sicuri, la cifra di —15° C.* »

NB. - Per quest'articolo, pur essendo risultata approvata una variazione proposta, si è ritenuto, in seguito ad osservazione dell'ing. Semenza e di altri, di tornare al testo vigente, con l'aggiunta però della formula Rebora.

Art. 51.

Proposta di Trieste.

Variazione:

« I sostegni devono presentare le necessarie garanzie di soli- « dità. Nel calcolo, la pressione del vento sopra di essi sarà rag- « guagliata a 120 kg per mq di superficie piana normalmente « colpita.

« Per i pali cilindrici la pressione si ragguaglierà a quella « esercitata sopra una superficie piana pari a 7/10 della sezione « meridiana.

« Il carico di sicurezza non deve eccedere 1/3 del carico di « rottura e 2/3 del carico al limite di elasticità. Oltre a ciò i « sostegni in legno devono essere premuniti contro l'azione del- « l'umidità del terreno ».

Voti 13 su 14 votanti.

NB. - La Presidenza è d'avviso che anche per quest'articolo si renda necessaria una nuova revisione.

Art. 52.

Proposte di Trieste, Rebora e Gonzales.

Variazione:

« . . . . *ed i dispositivi di legge* (1), *essere numerati, e, se « metallici, venir messi a terra* ».

Voti 13 su 14 votanti

Art. 55 - comma *c*)

Correzione:

« . . . . . e 500 volt efficaci per corrente alternata ».

Voti 13 su 14 votanti.

Art. 63. Parte in corsivo.

Proposte di Torino, Trieste e Gonzales

Variazione:

« Nel parallelismo e negli incroci di cavi sotterranei ad alta « tensione con cavi di altro genere, deve fra i primi ed i secondi « essere interposta una separazione di materiale cattivo condutto- « re del calore, come mattoni, grès, calcestruzzo, muratura e si- « mili ,tutte le volte che la distanza sia inferiore a 50 cm o i cavi « non siano armati ».

Voti 14 su 14 votanti.

Art. 71.

Proposta di Trieste.

Variazione:

	Sezione mmq.	Intensità massima di corrente che l'organo di sicurezza non deve lasciar superare Amp.	Intensità normale di esercizio che deve essere indicata sulle valvole Amp.
Linee di impianti ricevitori	*0,5*	*7,5*	*6*
	0,75	*9*	*6*
	. . .	. . .	. . .
Linee di impianti ricevitori ed esterni	*95*	*240*	*200*
	. . .	. . .	. . .
	240	*450*	*350*
	. . .	. . .	. . .

Voti 14 su 14 votanti.

Art. 113 - Prima parte.

Proposta Rebora.

Variazione:

« In generale non si dovrà intraprendere alcun lavoro su mac- « chine apparecchi e conduttori, senza aver prima tolta la ten- « sione e fatto un sicuro corto circuito sui conduttori che, in caso « di falsa manovra, possano addurvi la corrente, con relativa « messa a terra quanto possibile vicina al posto di lavoro ».

Voti 14 su 14 votanti.

V.

Agli articoli seguenti sono state proposte nuove modificazioni del testo vigente, che sono state accolte nel modo seguente e con le seguenti votazioni:

Art. 39 - Ultimo capoverso.

Nuova proposta di Trieste.

Variazione:

« Le disposizioni di questo articolo . . . . , nonchè alle bobine « d'impedenza. Ad esclusione del paragrafo *e*) esse valgono anche « per le resistenze degli apparecchi di riscaldamento. Per cuscini « o tappeti termofori è sufficiente che la loro resistenza sia com- « pletamente ricoperta da uno strato isolante ed incombustibile ».

Voti 14 su 14 votanti.

ART. 60 - Tabella.

Nuova proposta di Trieste.

Variazione:

Sezione	Tensioni fino a 3000 Volt			Tensioni da 3000 a 10.000 Volt	
	1 filo	2 fili	3 fili	2 fili	3 fili
mmq	corr. continua				
1	*Amp. 24*	*Amp. 19*	*Amp. 17*	*Amp.* —	*Amp.* —
1,5	» *31*	» *25*	» *22*	» —	» —
2,5	» *41*	» *33*	» *29*	» —	» —
4	» *55*	» *42*	» *37*	» —	» —

. . . .

Voti 14 su 14 votanti.

ART. 64.

Nuova proposta di Trieste.

Variazione:

« . . . . *opportuni apparecchi e dispositivi di protezione contro* « *le sovratensioni* ».

Voti 14 su 14 votanti.

ART. 67 bis

Testo deliberato:

« Le persone che si trovino in condizioni di isolamento da terra « specialmente deficienti, come ad esempio nei locali bagnati, nel- « le vasche da bagno e simili, non devono poter toccare condut- « tori od apparati elettrici che non siano rivestiti e protetti da « un involucro metallico messo a terra, salvo il disposto dell'ar- « ticolo 99 per le lampade portatili ».

N.B. - Pur essendo risultato approvato il testo dapprima proposto per quest'articolo, si è tenuto conto di un'osservazione fatta successivamente dall'ing. Piazzoli.

ART. 72.

Nuova proposta di Trieste.

Variazione:

« . . . . . specie per i fili rivestiti di piccola sezione e le « giunzioni.

« I conduttori isolati anche a bassa tensione quando per la « loro posizione possano essere danneggiati, devono essere protet- « ti in modo conveniente, per es. installandoli entro tubi ».

Voti 14 su 14 votanti.

ART. 85 - comma *b)*

Nuova proposta di Trieste.

Variazione:

« . . . . . mediante involucro isolante ed incombustibile o « custodia metallica accuratamente isolata ».

Voti 14 su 14 votanti.

ART. 92 - comma *a)*

Nuova proposta di Trieste.

Variazione:

« *a*) l'isolamento fra la parte metallica dell'apparecchio e la « condotta del gas deve soddisfare alle norme dell'art. 16 ».

Voti 14 su 14 votanti.

ART. 76 - Parte in corsivo.

Correzione:

« *La distanza fra i successivi isolatori non deve normalmente* « *essere maggiore di metri 1,00 per conduttori di sezione singola* « *inferiore a 3 mmq; per sezioni maggiori si possono adottare an-* « *che campate maggiori* ».

NB. - Questa correzione è diventata necessaria in relazione alla variazione introdotta all'art. 70.

*

Seduta Commissione pel lavoro delle Sezioni

17 Aprile 1921.

Presenti:

Ing. Del Buono, Presidente Generale,
Prof. Ferraris, Vice Presidente,
Ing. Rebora, Vice Presidente, Presidente della Sezione di Milano,
Ing. Bianchi, Segretario Generale,
Ing. Mortara, Segretario della Presidenza,
Ing. Ammirato, Vice Presidente Sezione di Genova,
Prof. Bordoni, Presidente della Sezione di Roma,
Ing. Soleri, Presidente della Sezione di Torino,
Ing. Trossarelli, Presidente della Sezione di Palermo,
Prof. Vallauri, Presidente della Sezione di Livorno.

Ing. Del Buono. — Porge un cordiale saluto ai presenti e li ringrazia del loro intervento. Illustra l'opportunità della istituzione della Commissione che ha lo scopo di stabilire una collaborazione intima, con unità di indirizzo fra la Sede Centrale e le Sezioni nelle quali occorre ormai venga ripresa quella attività che dovrebbe costituire buona parte del lavoro dell'Associazione. La Commissione dovrebbe riunirsi in generale due volte all'anno nell'occasione del Consiglio Generale per uno scambio di vedute e di proposte. In questa prima seduta propone di trattare le questioni seguenti:

1) *Istituzione di Soci informatori presso le Sezioni.* — Questi soci dovrebbero tenere al corrente la Presidenza della Sezione e quella Generale di quanto avviene nella zona della Sezione.

Ing. Soleri. — Propone si istituisca una vera Commissione.

Ing. Trossarelli. — Propone che le notizie di carattere generale vengano pubblicate sull'*Elettrotecnica.*

Si decide:

1) che presso ogni Sezione siano nominati dei Soci informatori che riferiscano al Presidente della Sezione che a sua volta informa il Presidente Generale;

2) che le notizie di ordine generale siano dalla Presidenza Generale trasmesse all'*Elettrotecnica.*

2) *Commissione di propaganda.*

Ing. Soleri. — Come Presidente della Sezione di Torino ha recentemente istituita una Commissione di propaganda la quale ha per base criteri definiti speciali. Si rilevò come la propaganda dovesse svolgersi maggiormente verso gli enti collettivi, sia produttori di energia, che grandi utenti, quindi a tutti i principali industriali. Si spogliarono sistematicamente tutti gli annuari, cataloghi ecc., si scelsero per ciascuno anche la persona più adatta ad ottenere l'iscrizione e si ebbero così risultati molto fecondi.

La Commissione delibera quindi che presso ogni Sezione venga istituita una Commissione di propaganda.

3) *Azione pel collocamento dei Soci.*

Ing. Del Buono. — Questa sua proposta risponde al concetto che l'A. E. I. debba in quanto possibile coadiuvare anche i singoli soci nella ricerca di una conveniente occupazione.

Dopo discussione si delibera che nella prima pagina della pubblicità dell'Elettrotecnica verrà pubblicata una Rubrica gratuita « Domanda ed offerta di impieghi » limitata ai Soci; questi dovranno rivolgersi all'Ufficio Centrale; la domanda ed offerta verrà ripetuta per due volte, quindi sospesa fino a nuova richiesta.

4) *Lavori nelle Sezioni.*

Ing. Del Buono. — Nelle Sezioni si hanno lavori individuali che si presentano in generale spontaneamente, e lavori collettivi di Commissioni; questi ultimi sono utilissimi, sia per la soluzione dei temi proposti, sia perchè provocano discussioni. Occorre che i Presidenti eccitino questi lavori collettivi. La Presidenza Generale sottoporrà loro un certo numero di temi. I temi trattati nelle Sezioni daranno poi materia a rapporti per le Riunioni.

Si approva.

Ing. Del Buono. — Trovo pure utile tornar in onore una antica proposta quella della circolazione delle letture.

La Commissione dopo discussione approva che i Presidenti quando si presenti la convenienza che qualche lettura si ripeta, ne avvisino i Presidenti delle altre Sezioni.

Si afferma pure la necessità che venga ripresa la consuetudine che le Sezioni mandino alle altre tutte le comunicazioni che inviano ai loro Soci.

Infine il Presidente fa rilevare la necessità che le Sezioni si occupino sempre delle questioni elettrotecniche locali così che nelle rispettive città e plaghe si senta che c'è l'A. E. I. e che è da essa che deve venire il parere obbiettivo e autorevole in merito a tali questioni. Occorre poi che i Presidenti tengano informati prontamente di tali questioni e della loro azione il Presidente Generale (affinchè se del caso possa intervenire l'intera Associazione).

La Commissione approva.

Biblioteca.

Prof. Bordoni. — Il funzionamento della Biblioteca Sociale è da sistemare; sono da sistemare i cambi, occorre che si riveda la distribuzione dei giornali alle Sezioni, che queste dicano quali periodici desiderano, quali sono loro inutili, che le Sezioni ritornino con puntualità i periodici ricevuti, che ci sia un Bibliotecario, un catalogo, che infine i Soci sappiano di quali giornali la Biblioteca dispone.

Occorrerà pure reintegrare le mancanze di numeri della raccolta e specialmente di quelli mancanti relativi al periodo di guerra.

In merito dopo discussione si delibera:

1) Che la biblioteca abbia per ora a limitarsi ai soli periodici, non ai libri.

2) Che verrà fatto un preventivo delle spese occorrenti per le spese di reintegro delle collezioni.

3) Che si domanderanno alle Sezioni i loro desiderati.

4) Che le Sezioni saranno tenute alla restituzione annuale dei giornali, e che dopo tre mesi da tale termine se non sarà avvenuta la restituzione si sospenderà l'invio.

5) Che verrà nominata presso le Sezioni una persona responsabile dell'andamento dello scambio, che la Biblioteca centrale invierà raccomandati i giornali, che la Sezione sarà responsabile dei numeri non resi.

6) Che verrà nominato un Bibliotecario e curato un catalogo da tenersi aggiornato e da pubblicarsi.

Soci Morosi.

Ing. Del Buono. — Crede utile siano stabilite direttive comuni in merito ai Soci morosi anche per togliere il carattere personale alla azione dei Presidenti di Sezione. La Sezione di Roma ha recentemente determinato in merito che chi non ha versato il contributo entro l'anno è personalmente diffidato al pagamento e che al 31 Marzo successivo è radiato.

Dopo discussione si determinarono delle norme per i Soci morosi — queste norme vennero poi alquanto modificate dal Consiglio Generale che ne fece oggetto di modificazione del Regolamento; le norme così modificate sono le seguenti:

I Soci devono versare il contributo integrale entro il 31 Marzo. Ai Soci che non abbiano eseguito il versamento entro il 30 Giugno verrà sospeso il giornale, e mandata la diffida di pagamento. Non avvenendo questo entro l'anno essi verranno radiati.

Invio Contributi alla Sede Centrale.

Ing. Del Buono. — Riesce di grave nocumento alla Sede Centrale il fatto che alcune Sezioni ritardino di molto i pagamenti verso la Sede Centrale. Qualche Sezione deve ancora buona parte dei contributi del 1920. Porgo quindi preghiera viva alle Sezioni di liquidare al più presto i loro conti verso la Sede Centrale. E' poi da osservare come l'A. E. I. non ha capitale circolante, mentre mensilmente fra giornale ed altre spese deve pagare circa L. 25000; d'altra parte i contributi delle Sezioni pervengono ad anno molto avanzato; i proventi della pubblicità del giornale pure molto in ritardo; così che l'Ufficio Centrale prevede che se non si prendono provvedimenti si troverà presto imbarazzato nei pagamenti. E' quindi opportuno si stabilisca la massima che le Sezioni debbano man mano che eseguiscono gli incassi dei contributi dei soci versare alla Sede Centrale le quote corrispondenti senza aspettare le date limiti di tali versamenti stabilite dal Regolamento.

Riunioni della Commissione.

Il Presidente propone e la Commissione approva che essa dovrà riunirsi in occasione dei due Consigli Gen. annuali e prima di essi, in modo di poter eventualmente riferire al Consiglio stesso in merito alle decisioni prese.

Il Segretario A. Bianchi

Il Presidente Ing. Del Buono

*

Commissione per la telegrafia, telefonia e radiotelegrafia

Verbale della 1ª Riunione (13 Luglio 1921)

La Commissione, recentemente istituita dalla Presidenza Generale dell'A. E. I. in base a deliberazione del Consiglio Generale per lo studio delle questioni inerenti alla Telegrafia, Telefonia e Radiotelegrafia, si è per la prima volta riunita in Roma il 13 luglio sotto la Presidenza del Prof. L. *Lombardi* con intervento dei componenti Prof. *Di Pirro*, Ing. *Magagnini*, Com.te *Pession*, Ing. *Poladas* e Prof. *Vanni*.

Scusarono l'assenza il Col. *Bardeloni* e il Prof. *Vallauri*, trattenuti a Parigi per lavori della Commissione Radiotelegrafica Internazionale.

Intervenne alla riunione l'Ing. *U. Del Buono*, Presidente Generale dell'A. E. I. portando il saluto alla Commissione, e bene auspicando dei lavori che essa potrà intraprendere nell'interesse dell'associazione.

A nome dei presenti rispose il Prof. *Lombardi* ringraziando, e promettendo da parte di tutti i componenti la più volenterosa collaborazione nello studio delle importanti questioni relative ai sistemi di segnalazione.

Su proposta della Presidenza, la Commissione deliberò di integrare la propria competenza in materia telegrafica, invitando a far parte di essa il Cav. Uff. *Cesare Albanese* dell'Istituto Superiore Postelegrafico, ed il Cav. *Tommaso Mazzuca*, Direttore dell'Ufficio IV nel Servizio dei Telegrafi.

Aperta la discussione intorno al programma dei lavori, il Presidente Generale propose lo studio del problema relativo all'impiego della Radiotelegrafia da parte delle Società Industriali, esercenti impianti elettrici, suggerendo che esso possa formare oggetto di discussione in una delle Riunioni annuali dell'A. E. I.

La Commissione, bene riconoscendo la grande importanza del problema, il quale difficilmente potrebbe discutersi nel prossimo convegno annuale, si riservò di affidarne lo studio ad una speciale Sotto Commissione quando potranno partecipare ai lavori anche i Membri assenti.

Il Com. *Pession* sottopone ai Colleghi il seguente programma di lavoro, comunicato in precedenza al Presidente, e concernente tre distinti argomenti, i quali a suo giudizio potrebbero formare oggetto di studio da parte di tre distinte Sotto Commissioni.

1). *Argomenti di carattere strettamente tecnico.* — Tra questi principalissimo è lo studio dei requisiti ai quali devono soddisfare le macchine elettriche per essere idonee al servizio radiotelegrafico. Le norme dell'A. E. I. per l'ordinazione ed il collaudo delle macchine elettriche non contemplano il caso della radiotelegrafia e sarebbe assai opportuno ed utile che un piccolo allegato contemplasse le norme da prescriversi in più in questo caso. Meritevoli di attenzione sono: la rigidità dielettrica da richiedersi, la questione dell'isolamento o meno delle macchine da terra, l'isolamento delle prime spire dei trasformatori, la necessità che le macchine a corrente continua possano funzionare con subitanei e ripetuti sbalzi di carico, la facilità di cortocircuiti e conseguenti colpi di fuoco al collettore, ecc. ecc.

In questa categoria di lavori dovrebbe essere compresa anche la compilazione delle norme per la esecuzione degli impianti r. t. e particolarmente i requisiti da richiedersi per l'isolamento, per la natura e sistemazione di conduttori, le protezioni contro i fulmini, le precauzioni da adottarsi per non disturbare e danneggiare circuiti vicini agli aerei, ecc. ecc.

2). *Argomenti inerenti alla diffusione e perfezionamento dell'insegnamento e della coltura radiotelegrafica.* — Disgraziatamente per molto tempo lo studio della Radiotelegrafia è stato ristretto a cerchie molto limitate ed in particolare alle Scuole Militari.

Coll'estendersi della Radiotelegrafia e con le sue applicazioni al servizio Commerciale, occorre assolutamente fare pressioni presso il Governo perchè l'insegnamento della Radiotelegrafia sia esteso a tutte le Scuole Politecniche e sia introdotto, in giusta misura, negli Istituti Tecnici e nelle Scuole Professionali.

E' necessario anche stabilire che i certificati per l'abilitazione al servizio r. t. siano rilasciati con norme e garanzie opportune e sia esaminata la necessità di fissare in quali Scuole questi certificati possono essere ottenuti e quali prorogative essi conferiscono ai loro possessori.

Attualmente l'unico certificato di abilitazione che viene rilasciato dal Governo, è quello previsto dall'Art. 10 della Conferenza di Londra per l'esercizio degli impianti di bordo, e viene rilasciato dalla Scuola R. T. della R. Marina di Spezia ma non vi è nessuna Scuola autorizzata per preparare gli aspiranti al brevetto r. t.

Potrebbe anche questa Sottocommissione vedere se non sia il caso di promuovere anche da noi, come negli altri Paesi, Società e Clubs radiotelegrafici i quali, fiorentissimi in Inghilterra ed in America, sono utili, oltre che come svago intellettuale della gioventù, anche per il progresso della tecnica e per la preparazione iniziale dei futuri radiotelegrafisti.

3). *Argomenti aventi attinenza con i provvedimenti legislativi riferentisi alla radiotelegrafia.* — Questo argomento è il più delicato perchè coinvolge questioni di carattere finanziario ed industriale.

La radiotelegrafia è attualmente gestita esclusivamente dallo Stato e particolarmente dai Militari, eccezione fatta delle Stazioni dei Piroscafi che sono date in concessione ad Enti privati.

E' certo che, con lo sviluppo che necessariamente deve subire la radiotelegrafia, si manifesterà anche per questo servizio il solito dilemma: Esercizio di Stato od Esercizio privato?

Devesi ritenere che senza una forte pressione da parte degli Enti industriali maggiormente interessati nello sviluppo della Elettrotecnica lo Stato difficilmente risolverà rapidamente questo quesito ed è quindi più che mai opportuno che l'A. E. I. a mezzo della nostra Commissione studi attentamente le varie disposizioni legislative, la possibilità e la entità di uno sviluppo r. t. industriale italiano e ciò fatto agiti efficacemente questa questione e faccia con tutti i mezzi le necessarie pressioni presso il Governo affinchè questo nuovo servizio importantissimo per l'Italia, ed in via di formazione non debba nascere informe e rachitico per colpa delle difficoltà e lungaggini burocratiche.

Tutti i membri presenti riconoscono concordemente la importanza delle questioni proposte, e si dichiarano disposti di collaborare allo studio di esse. Il Prof. *Vanni* in particolare mette a disposizione della Commissione i mezzi sperimentali dell'Istituto Radiotelegrafico Militare da Lui diretto, e il Com. *Pession* dà affidamento che altrettanto sia per fare il Prof. *Vallauri*, Direttore dell'Istituto Elettrotecnico e Radiotelegrafico della R. Marina di Livorno.

A domanda del Prof. *Lombardi*, il Pres. Generale risponde che le norme generali di collaudo e ordinazione delle macchine elettriche si trovano in corso di revisione da parte del Comitato Elettrotecnico Italiano e la nuova edizione potrà essere pubblicata verso la fine dell'anno. Anche le Norme Generali per l'esecuzione e l'esercizio degli impianti elettrici vengono rivedute da una speciale Commissione dell'A. E. I., presieduta dal Prof. *Motta*,

ed in appendice alle une e alle altre potrebbero con grande vantaggio pubblicarsi quelle che la Commissione attuale fosse per elaborare intorno al macchinario ed agli impianti radiotelegrafici.

La Commissione pertanto affida ai Colleghi Prof. *Pession*, *Vallauri* e *Vanni* l'incarico di elaborare lo schema delle Norme per l'ordinazione e il Collaudo delle macchine e degli impianti radiotelegrafici, ed ai Colleghi Col. *Bardeloni*, Prof. *Di Pirro* e Ing. *Potadas* quello di elaborare lo schema delle Norme per la costruzione e l'esercizio degli impianti Radiotelegrafici, salvo a prendere ulteriori accordi con la Presidenza del Comitato Elettrotecnico e con quella dell'A. E. I. per la loro pubblicazione, dopo che essi avranno ricevuta la necessaria approvazione.

In merito alla seconda questione proposta dal Com. *Pession* avendo il Prof. *Di Pirro* fatto rilevare la grande importanza che del pari avrebbe la intensificazione dello insegnamento telegrafico e telefonico, la Commissione dà mandato ai Colleghi Prof. *Di Pirro* e *Pession* di allestire un apposita relazione intorno alle condizioni ed ai bisogni dell'insegnamento di telegrafia, telefonia e radiotelegrafia in Italia, da presentarsi possibilmente alla prossima riunione annuale dell'A. E. I. dopo preventiva pubblicazione nel giornale l'Elettrotecnica.

In merito alla terza questione, particolarmente delicata, la Commissione riserva ogni deliberazione ad una prossima riunione alla quale possano intervenire anche i membri assenti.

Il Prof. *Di Pirro* segnala, fra le questioni che potrebbero formare oggetto di studio da parte della Commissione quella delle perturbazioni telegrafiche e telefoniche dovute agli impianti a forti correnti; ma, dopo la studio profondo che di tale problema ha fatto recentemente una speciale Commissione Americana la nostra riconosce di non avere per ora mezzi adeguati per intraprendere un lavoro proficuo, e si riserva perciò di deliberare ulteriormente al riguardo.

Il Presidente Generale dichiara che al prossimo Convegno annuale sarà fra gli altri discusso il tema sulle Comunicazioni telefoniche fra la Sicilia ed il Continente.

Il Presidente Generale invita la Commissione a comunicare di volta in volta i verbali delle proprie riunioni perchè siano pubblicati fra gli atti della A. E. I. L'Ing. *Magagnini* esprime il desiderio che essi possano essere riprodotti anche nella Rivista Telegrafica e Telefonica, pubblicata a cura del Ministero di PP. e TT., e la Commissione di buon grado aderisce.

Dopo di che la Riunione è sciolta.

Il Presidente
L. LOMBARDI

★

XXVI Riunione Annuale.

Comunichiamo come la data del prossimo Congresso in Sicilia, per ragioni di ordine locale, venne protratta di quindici giorni; avrà perciò luogo dal *16 al 23 Ottobre 1921*.

Nella settimana scorsa il nostro Presidente Generale e l'Ing. Trossarelli, Presidente della Sezione di Palermo, convennero in Roma per stabilire in modo definitivo le ultime modalità del programma.

★

Partecipazione dell'A.E.I. alla Conferenza di Parigi.

Abbiamo dato notizia (a pag. 461) dell'iniziativa promossa dal Sindacato delle Società Francesi di elettricità di una conferenza internazionale destinata a discutere i problemi delle grandi trasmissioni di energia. Possiamo ora aggiungere che la delegazione italiana sarà formata dal Presidente Generale Ing. *Del Buono*, e dai colleghi *Nicolini*, *Norsa* e *Prinetti*.

La conferenza è stata ritardata al 16-20 Novembre per desiderio degli Americani che temevano di non poter finire i loro studi per la data precedentemente fissata. Essi infatti hanno già da un anno costituita una speciale commissione con un credito di 200000 dollari (!) la quale sta preparando un enorme lavoro.

★

Notizie delle Sezioni

SEZIONE DI BOLOGNA

Adunanza del 1° Luglio 1921.

Aperta la seduta, il Presidente Ing. Levi dà la parola all'ing. Filipetti, cassiere, per la relazione della gestione 1920, che si trascrive in calce.

Approvata all'unanimità la relazione, con voto di plauso all'Ing. Filippetti e all'intero Consiglio, dopo breve discussione viene stabilita la quota sociale per l'anno 1921 in L. 45 e L. 100, rispettivamente pei soci individuali e collettivi.

A nome dell'intero Consiglio il Presidente invita i presenti alla votazione per l'elezione del nuovo Consiglio, essendo già scaduto da tempo il triennio di permanenza in carica.

Si procede senz'altro alle elezioni per le cariche sociali. Il nuovo consiglio risulta così composto:

Righi Ing. Aldo — Presidente
Barattini Ing. Cav. Uff. Alberto — Vice Presidente
Fiorini Ing. Gaetano — Segretario
Candi Ing. Gino — Cassiere
Filipetti Ing. Luigi, *Mariani* Ing. Enrico, *Masetti Zannini* Ing. Antonio, *Rinaldi* Ing. Comm. Rinaldo, *Sibona* Ing. Eugenio, *Somaini* Ing. Giacomo — Consiglieri.
Levi Ing. Giorgio, *Sartori* Ing. Prof. Giuseppe, *Silva* Comm. Ing. Angelo, Consiglieri Delegati al Consiglio Generale.

Dopo brevi parole del Presidente uscente e del Presidente entrante, la seduta è tolta alle ore 22,30.

Situazione patrimoniale al 31 Dicembre 1920

ATTIVITA':

Deposito	L. 11,74
Debitori	» 1701,85
Contanti in cassa	» 1968,84
	L. 3682,43

PASSIVITA':

Attivo netto al 31 dic. 1919	L. 2267,98
Utile dell'esercizio 1920	» 1414,45
	L. 3682,43

Relazione della gestione 1920

INCASSI:

Quote di n. 123 soci individuali	L. 3635,—	
Quote di n. 19 soci collettivi	» 1900,—	
		L. 5535,—

SPESE:

Contributo alla Sede Centrale		
per n. 126 soci individuali	L. 2520,—	
per n. 19 soci collettivi	» 760,—	
		» 3280,—
Spese di Amministrazione: Affitto sede e personale, contabilità, cancelleria, postali		» 481,85
Spese straordinarie: comunicazione Ing. Sartori, necrologio Ing. Bolognini, ecc.		» 308,70
Sopravvenienze passive		» 55,—
		L. 4120,55

INCASSI	L. 5535,—
SPESE	» 4120,55
UTILE ESERCIZIO	L. 1414,45

ING. GAETANO FIORINI.

★

Necrologio.

Apprendiamo solo ora la notizia della morte del nostro Socio

Ing. FILIPPO FORLANINI

deceduto improvvisamente a Savona il 4 Maggio, in conseguenza di postumi di guerra.

Alla Famiglia le nostre più sentite condoglianze.

I Soci e gli Abbonati che non avessero ricevuto un numero dell'ELETTROTECNICA potranno avere una seconda copia gratuita purchè ne facciano domanda alla Amministrazione del Giornale (Via San Paolo, 10 - Milano) entro un mese dalla data del fascicolo non ricevuto.

TEDESCHI GIOVANNI FU GIOVANNI, *gerente responsabile* ARTI GRAFICHE VARESINE - VARESE

VOL. VIII (XXV degli Atti) 25 Agosto 1921 N. 23

L'ELETTROTECNICA

GIORNALE ED ATTI DELLA

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

REDAZIONE ED AMMINISTRAZIONE: VIA SAN PAOLO, 10 - MILANO - TELEFONO N. 20-86

REDATTORE CAPO: A. BARBAGELATA - REDATTORI U. BORDONI - M. SEMENZA - G. VALLAURI

È GRADITA LA COLLABORAZIONE DEI LETTORI - GLI ARTICOLI DI INTERESSE GENERALE ACCETTATI DALLA REDAZIONE SONO COMPENSATI

I MANOSCRITTI NON SI RESTITUISCONO

Gli impianti di illuminazione pubblica di Torino.

I nostri lettori, che ricordano certo le nostre frequenti e, purtroppo, poco fruttuose esortazioni ai tecnici italiani, così restii, in generale, a far conoscere ciò che essi fanno, non si meraviglieranno del nostro compiacimento nel pubblicare l'articolo nel quale, facendo lodevole eccezione alla abitudine del silenzio, l'Ing. G. PERI, descrive con qualche ampiezza i recenti impianti d'illuminazione pubblica della città di Torino. E siamo certi che l'articolo interesserà non solo per l'importanza dell'argomento trattato, ma anche per la inconsueta ricchezza di dati d'ogni genere, tecnici ed economici, che lo caratterizza.

Misure magnetiche.

Fra gli argomenti che il Comitato Elettrotecnico Italiano ha messo allo studio, figurano anche la normalizzazione delle prove dei materiali isolanti e dei materiali magnetici. E' da augurarsi veramente che, nonostante le gravi difficoltà del compito, a qualche risultato concreto si possa giungere perchè è stridente il contrasto fra la precisione con cui si possono identificare le caratteristiche dei materiali conduttori, e l'incertezza — e in molti casi l'empirismo — con cui vengono trattati gli altri due elementi di ogni costruzione elettromeccanica: il materiale magnetico e l'isolante. Particolarmente difficile si presenta il compito nel riguardo delle prove dei materiali magnetici massicci, perchè i molteplici metodi proposti ed i molti permeametri costruiti lasciano tutti qualche cosa a desiderare. Anche per le lamiere le misure di permeabilità sono sempre assai incerte, mentre l'apparecchio dell'Epstein ha assunto ormai l'importanza di un apparecchio « normale » per la determinazione della « cifra di perdita ». Nella comunicazione alla Sezione di Milano, che oggi pubblichiamo, il Collega BARBAGELATA ha descritto un metodo industriale per la prova delle lamiere che può considerarsi come una lontana derivazione dell'Epstein, ma che consente una assai maggiore rapidità e richiede una assai minore quantità di lamiere.

Il Congresso in Sicilia.

A giorni verrà diramato dall'Ufficio Centrale, il programma ufficiale del prossimo Congresso con le relative schede di adesione. Avremo campo di riparlarne; ma possiamo intanto comunicare una buona notizia: la ottenuta concessione dei ribassi ferroviari. Data la lunghezza dei percorsi che dovranno essere effettuati dalla maggior parte dei congressisti, è questa senza dubbio un'altra ottima garanzia di successo della XXVI Riunione.

Possiamo intanto pubblicare oggi i verbali della XXV Riunione, svoltasi con tanto successo a Roma nello scorso Novembre.

LA REDAZIONE.

L'autorità della nostra Associazione sarà ancora maggiore quando essa potrà disporre di un suo patrimonio. Questo non può essere costituito che dalle quote dei Soci vitalizî o perpetui. I Soci che amano il Sodalizio devono quindi prendere in seria considerazione la possibilità di iscriversi Soci vitalizî.

L'elenco dei Soci vitalizî o perpetui è una specie d'albo d'oro dell'A. E. I. - I Soci vitalizî pagano una volta tanto L. 2000. La Società o gli Enti possono diventare Soci perpetui versando L. 5000. Tali somme costituiranno il patrimonio inalienabile dell'Associazione.

GLI IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE PUBBLICA DELLA CITTA' DI TORINO

Ing. GUIDO PERI

Comunicazione alla Sezione di Torino

Giugno 1921

Impianto a magnetite.

Il primo impianto di illuminazione pubblica fu eseguito dal comune di Torino nel 1911 per la illuminazione dei corsi Massimo d'Azeglio e Cairoli, con un circuito in serie di lampade ad arco a magnetite. Il circuito era alimentato da un trasformatore regolatore di corrente a bobine mobili e da un raddrizzatore di corrente a vapore di mercurio; il trasformatore a reattanza variabile manteneva costante la corrente a 6,6 ampère, qualunque fosse il numero di lampade funzionanti, il raddrizzatore convertiva la corrente da alternata in pulsante, qual'era richiesta dalle lampade ad elettrodi metallici.

La tensione del circuito in serie era circa 5000 Volt (65 lampade); ciò corrisponderebbe ad una differenza di potenziale fra gli anodi dell'ampolla convertitrice di 10 000 Volt; questa tensione, per difficoltà di isolamento, non può essere sopportata da una ampolla, perchè tende a porre gli anodi in corto circuito; cosicchè, nell'impianto di Torino le ampolle a vapore di mercurio erano due in serie.

Il rendimento globale dell'apparecchio trasformatore raddrizzatore era di 0,92, la durata media degli elettrodi delle lampade 130 ore. Nei primordi dell'esercizio molte noie furono arrecate dalle ampolle in vetro per il raddrizzatore di corrente; queste ampolle erano, e sono, fabbricate esclusivamente in America ed erano soggette a deteriorarsi durante il lungo trasporto, nel senso che i violenti sbattimenti del mercurio contro il vetro non permettevano che si conservasse nell'ampolla il necessario grado di vuoto. Migliorato il sistema di imballaggio ed eseguito il trasporto con maggiori attenzioni, la durata delle ampolle fu enormemente aumentata, in misura da garantire ampiamente la regolarità del servizio. Si sono avute delle ampolle, la cui durata è arrivata alle 10 000 ore, contro le ore 500 di durata garantite dalle Case fabbricanti.

Il sopravvenire dello stato di guerra, la deficienza di personale specializzato e la difficoltà degli approvvigionamenti hanno determinato la immatura fine di un sistema di illuminazione che se, per ragioni ovvie, non poteva generalizzarsi per la intera illuminazione della città, poteva, anzi avrebbe dovuto, rimanere con onore l'affermazione di un esperimento coraggioso riuscito e rimarchevole.

Archi a fiamma chiusi.

Apparse sul mercato le prime lampade a carboni a fiamma ad arco chiuso, con le quali la maggior durata di combustione dei carboni, circa 100 ore, si otteneva limitando l'ingresso dell'aria nel globo, il comune di Torino si affrettò a esperimentarne il funzionamento per la illuminazione di qualche strada (Via Genova, Corso Vinzaglio). Trattandosi di elettrodi a carbone, una gran semplificazione di impianto conseguiva al fatto di poterli alimentare direttamente con corrente alternata, mentre trattandosi di archi a fiamma, il rendimento luminoso non aveva nulla a soffrire per l'impiego della corrente alternata medesima.

Di queste lampade il Comune aveva esperimentato le marche più accreditate, vale a dire la « Flammeco » della A. E. G. [1], la « Dia » della Korting & Mathiesen ed il tipo Siemens.

Gli inconvenienti riscontrati nel funzionamento di queste lampade furono quelli della irrequietezza di luce e della instabilità di colora-

[1] Atti A. E. I., Marzo 1911.

zione della luce, inconvenienti propri, anzi caratteristici, dell'arco a fiamma chiuso, specie se a luce cosidetta bianca. Tuttavia poichè il tipo di lampada in sè non aveva dato luogo ad obbiezioni rimarchevoli, e, d'altra parte, il costo di esercizio durante tre anni di esperimento (1912-1915) era risultato assai mite (9 cent. per lampada-ora

Impianto di illuminazione della cinta daziaria.

L'orientamento definitivo verso il sistema di illuminazione con lampade in serie e trasformatori a bobina mobile era stato determinato dai risultati d'esercizio realmente soddisfacenti ottenuti con l'impianto di illuminazione della allora nuova cinta daziaria.

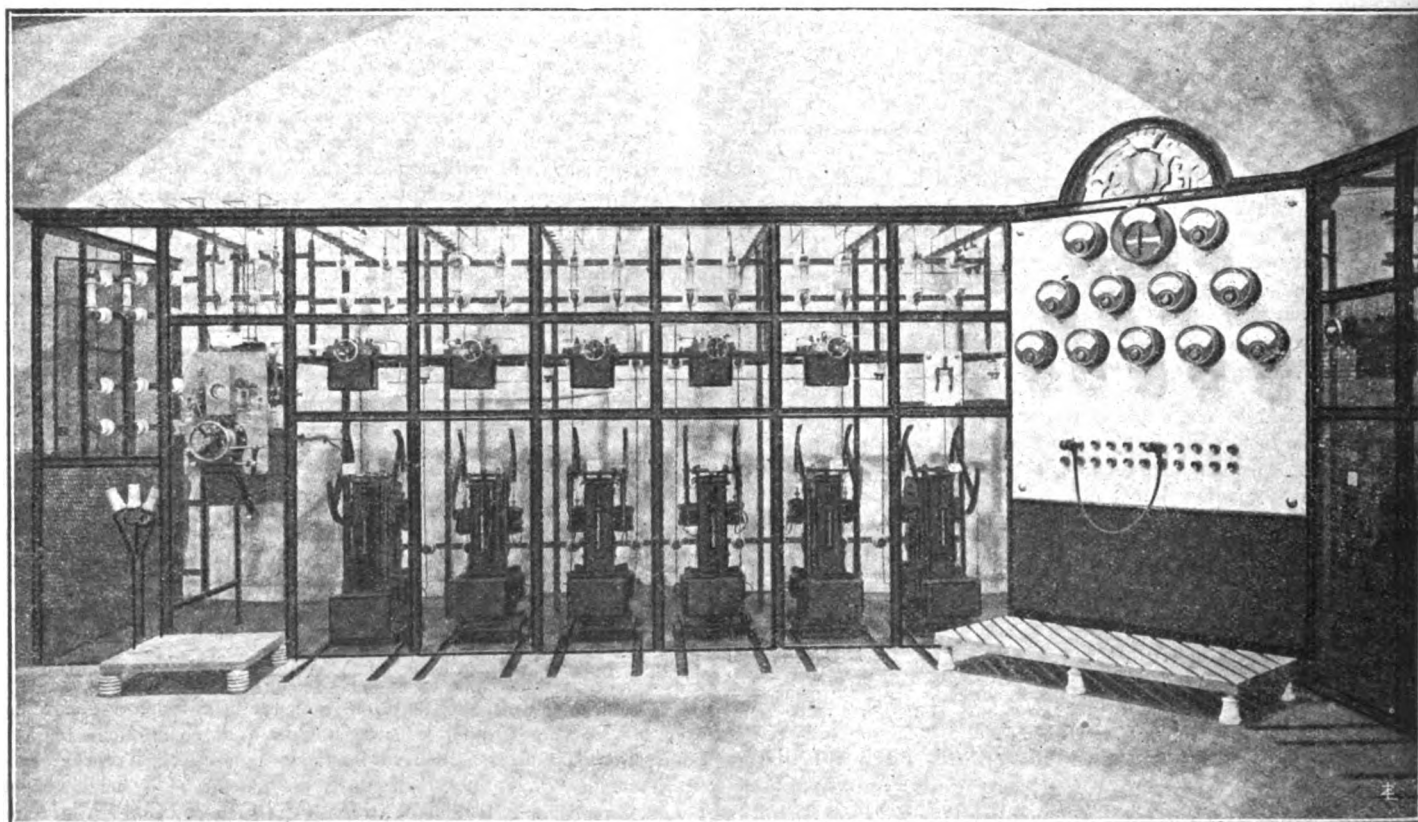
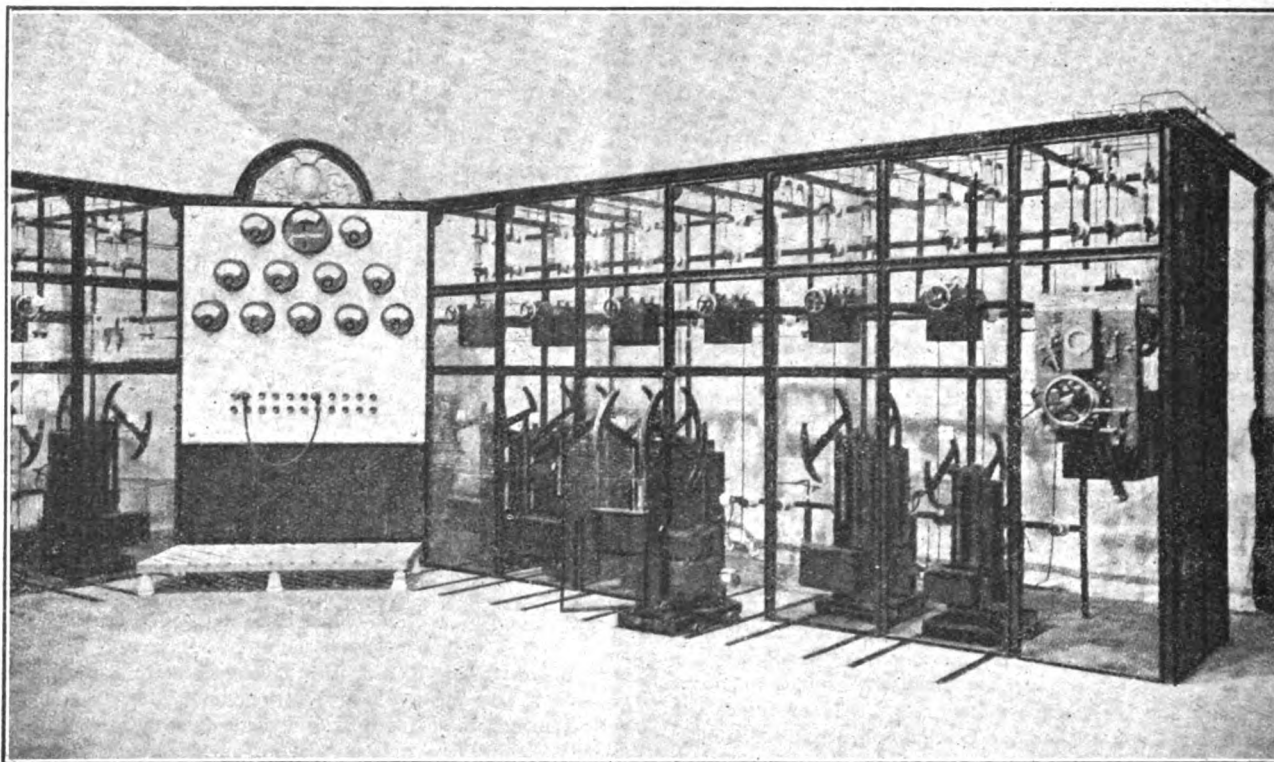



Fig. 1-2. — Vista della sottostazione Sommeiller.

di 1300 candele (*) m. e. i.) il Comune aveva stabilito nel suo progetto 1914 che la illuminazione delle grandi strade della città fosse fatta con circuiti in serie di archi a fiamma chiusi alimentati da trasformatori a corrente costante.

(*) Si tratta qui e nel seguito, sempre di *candele internazionali* (o decimali). Sarebbe da augurarsi che tutti seguissero sempre l'esempio dell'A. bandendo definitivamente le candele Hefner a cui invece si ricorre ancora tanto spesso nel commercio e nell'industria delle lampade elettriche. *(N. d. R.)*

Quest'impianto ([2]) comprende 10 circuiti in serie di lampade a tungsteno, 4 ampère, tensione normale 3000 Volt, i quali, in parte, ricoprono col loro sviluppo l'intero perimetro della cinta daziaria (lunghezza 27 km) ed in parte si dirigono verso l'interno della città lungo le grandi strade di comunicazione provenienti dall'esterno. Negli 8 anni da che l'impianto funziona l'esercizio è stato perfettamente regolare; il costo per lampada ora da 100 candele è risultato nel

([2]) Atti A. E. I., 15 Dicembre 1913.

periodo avanti guerra cent. 2,26, ivi compresi, naturalmente, l'interesse e l'ammortamento del capitale d'impianto.

Se al presente in parecchie città italiane sono in uso per la illuminazione pubblica sistemi in serie con trasformatori a corrente costante ed in altre città sistemi analoghi stanno per svilupparsi, ciò in parte è dovuto all'esito degli esperimenti iniziati parecchi anni fa dal Comune di Torino.

Impianto già della Società Piemontese di Elettricità.

Il rincaro dei prezzi e la difficoltà dei rifornimenti inerenti alla guerra, così come avevano segnata la fine della illuminazione a gas, determinarono la scomparsa, o per lo meno l'arresto della illuminazione ad arco.

Dovendo il Comune col 1° Gennaio 1917, per scadenza della concessione con la Società Piemontese di Elettricità, già da qualche anno prorogata, assumere l'esercizio diretto della rete di illuminazione pubblica fin'allora appartenente a detta Società, sostituiva all'antico tipo di lampade a carboni puri ad arco aperto la lampada a tungsteno

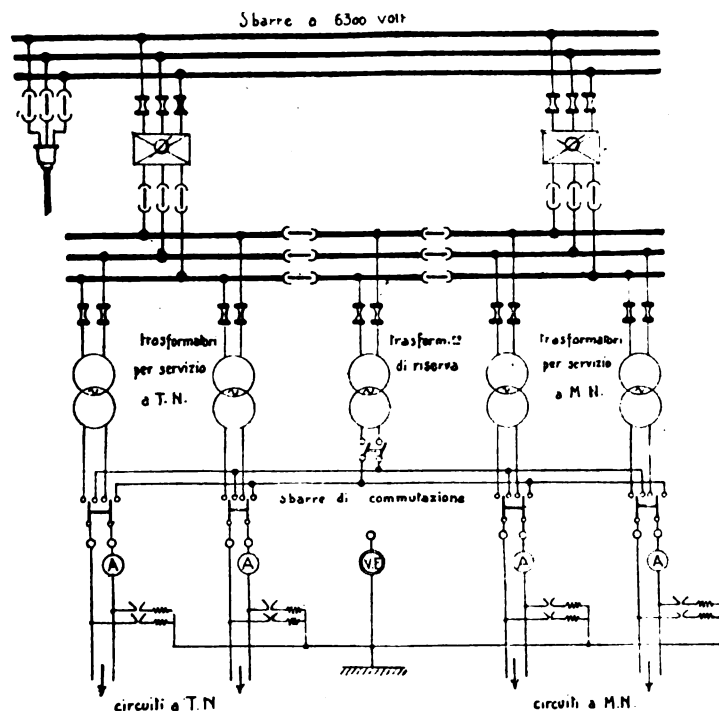



Fig. 3. — Schema delle connessioni elettriche in una sottostazione dell'impianto ex Società Piemontese.

in gas inerte da 20 ampère (rendimento 22 lumen per watt, equivalente ad un consumo di 0,45 watt per candela orizzontale). I circuiti di lampade ad arco, in totale 50, erano costituiti ciascuno da 10 lampade in serie 10 ampère sulla tensione costante di 500 Volt (totale 500 lampade). I cavi però erano fabbricati per la tensione di 2500 Volt, in quanto che nei suoi primordi, dal 1891 al 1903, la illuminazione pubblica elettrica in Torino era stata eseguita con circuiti in serie 9,6 ampere 2500 Volt alimentati da dinamo a tensione variabile Thomson - Houston, e successivamente trasformata.

Dalle prove eseguite in laboratorio sopra spezzoni di cavi tolti dalla rete in esercizio della Soc. Piemontese, è risultato che detti cavi, pur dopo 25 anni di funzionamento, presentavano rispetto alla tensione normale di 2500 Volt, un fattore di sicurezza alla perforazione variabile da 4 a 10. Cosicchè si presentava al Comune, rilevando l'impianto, la possibilità di estenderne considerevolmente il raggio d'azione. Per comprensibili misure di prudenza la nuova tensione dei circuiti serie non fu portata oltre 1000 Volt.

All'alimentazione a tensione costante fornita dalla Soc. Piemontese fu sostituita dal Comune un'alimentazione a corrente costante mediante trasformatori regolatori a bobina mobile, collegati con la rete primaria a 6300 Volt dell'Azienda Elettrica Municipale.

I trasformatori del tipo 9,6 ampere costanti 1000 Volt normali e del tipo 7,5 ampere 500 Volt normali (illuminazione dei portici), furono installati in 10 cabine, formate in sotterranei di stabili municipali, in numero variabile da 3 a 10 trasformatori per cabina (fig. 1, 2, 3).

Il comando di accensione e spegnimento delle lampade avviene automaticamente. In ogni cabina gli interruttori in olio a 6300 Volt (due in origine, uno per il servizio di tutta notte, l'altro per quello di metà notte) sono comandati a mezzo di solenoide a 220 volt ed interruttore automatico orario (fig. 4, 5).

All'ora stabilita per l'accensione l'orologio mette sotto corrente (in corto circuito) il magnete trifase, il quale, attraendo un'ancora inserisce automaticamente il solenoide di chiusura dell'interruttore in olio.

La chiusura dell'interruttore in olio libera automaticamente dalla corrente il solenoide di chiusura. All'ora di spegnimento l'orologio

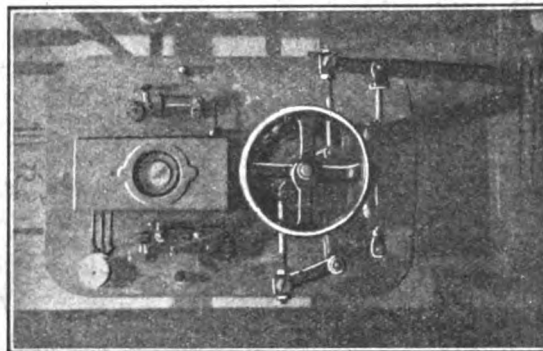



Fig. 4. — Fronte dell'interruttore in olio 6300 volt a comando automatico.

apre il circuito a 220 Volt, l'ancora del magnete trifase è rilasciata e l'interruttore, sganciandosi, si apre. Con ciò il solenoide di chiusura ritorna nella condizione di essere inserito quando l'orologio si chiude.

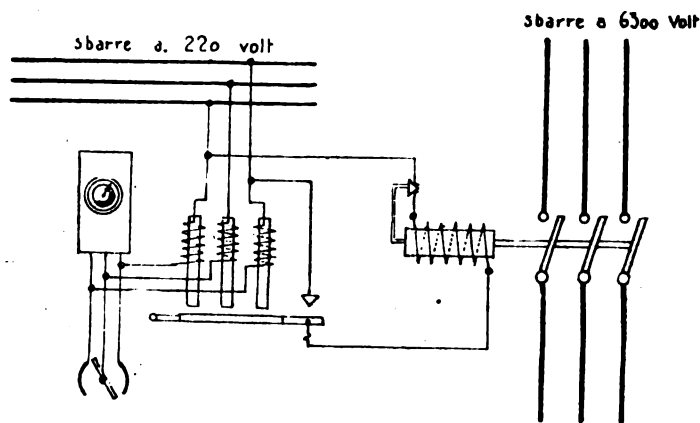



Fig. 5. — Schema delle connessioni per il comando orario dell'interuttore di cui a fig. 4.

Attualmente il servizio è unico, a tutta notte. Con il progredire degli impianti nelle altre regioni della città, ove il servizio, per ragioni di economia di acquisto e di manutenzione delle condutture, è a tutta notte, non era possibile mantenere nel centro della città la distinzione, che si risolveva in una palese inferiorità, del doppio orario di accensione.

Le lanterne delle lampade contengono un autotrasformatore (figura 6) il quale trasforma la corrente dal valore di linea 9,6 (o 7,5) ampere a 20 ampere, alla lampada. Una lampada da 1000 candele,

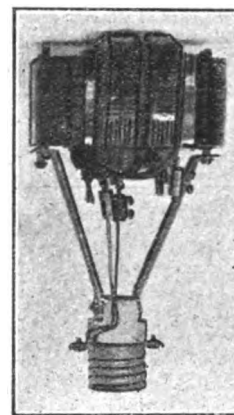



Fig. 6. — Autotrasformatore da montarsi nell'interno dell'armatura delle lampade dell'impianto ex Soc. Piemontese.

20 ampere, consuma 450 watt, mentre una lampada da 1000 candele 9,6 ampere consuma 550 watt; contando che nel primo caso 25 watt sono assorbiti dal compensatore, si economizzano, coll'adozione di lampade a 20 ampere 75 watt per lampada, che con servizio di 4000

ore annue, al costo dell'energia di L. 0,07 il kWh, corrispondono a circa L. 20 di risparmio annuo per lampada. L'autotrasformatore (ai prezzi di avanti guerra) rimaneva perciò ammortizzato in circa due anni, senza contare il vantaggio della maggior durata delle lampade, dipendente dalla protezione esercitata dal compensatore medesimo.

Buona parte di queste lampade sono fornite di riflettore a campana di vetro prismatico [3] ed il miglioramento di illuminazione che ne consegue dimostra tutta l'utilità del tipo di globo prismatico; il provvedimento sarebbe già esteso a tutte le lampade se le difficoltà di approvvigionamento non l'avessero ritardato.

Archi a fiamma chiusi e tungsteno in gas inerte.

Il confronto della spesa di esercizio tra archi a fiamma a lunga durata (costituenti il più notevole perfezionamento raggiunto dalla tecnica costruttiva delle lampade ad arco) e le lampade a tungsteno in gas inerte è dato dalla tav. I per un servizio di 4000 ore annue e per intensità di 1000 candele m. e. i. I costi comparativi sono limitati alla semplice lampada, escluse le spese fisse relative all'impianto eguali pressochè nei due casi.

Gli archi a fiamma richiedono un consumo di 0,30 watt per candela m. e. i., le lampade a tungsteno un consumo (a intensità di corrente elevate) di 0,50 watt per candela m. e. i.; la durata degli elettrodi dell'arco è però non superiore ad 1/10 della durata del filamento di tungsteno; e per di più la lampada ad arco, la quale rappresenta un meccanismo vero e proprio, di costo piuttosto sensibile, dev'essere ammortizzata in pochi anni, mentre la lampada a tungsteno, come genere di rinnovo, non si ammortizza.

Non è nemmeno fuor di luogo notare il miglioramento del fattore di potenza (circa da 0,85 all'unità) realizzabile coll'impiego delle lampade a tungsteno, in conseguenza del quale la capacità in kWA della rete primaria di energia da impegnarsi per gli impianti di illuminazione pubblica non varia in ragione diretta dell'aumento del consumo specifico dei due tipi di lampade ma in proporzione minore.

TAV. I.

	Archi a fiamma chiusi 300 watt (0,3/watt. cand. e. i. durata 90 ore).	Filamento in gas inerte 500 watt (0,5 watt/cand. e. i. durata 1350 ore).
Costo dell'armatura con riflettore e portalampade . L.		200,—
Costo della lampada . . »	600,—	50,—
Costo delle parti permanenti »	600,—	200,—
Spese fisse annuali.		
Interesse sull'importo totale al 5 % . . . . . L.	30,—	12,50
Ammortamento delle parti permanenti al 10 % . »	60,—	20,00
	90,—	32,50
Manutenzione.		
Elettrodi (45×3) . . . L.	135,—	
Pulizia e ricambi (45×0,80) »	36,—	(12×0,40) 4,80
Riparazioni e globi (4×30) »	120,—	25,—
Rinnovo lampade . . . »		(3×50) 150
	291,—	179,80
Energia elettrica.		
A L. 0.07 il kWh . . L.	(0,07×4000×0,3) 84	(0,07×4000×0,5) 140
TOTALI L.	465,—	352,30

La convenienza economica dell'arco non comincerebbe che per costo dell'energia di quasi 0,20 il kWh, o, rimanendo inalterato il costo del kWh della tabella, per potenze della lampada vicine a 3000 candele, cioè, in ogni caso, fuori dei limiti pratici della illuminazione pubblica.

I nuovi impianti – Studio fotometrico.

Il nuovo progetto di illuminazione pubblica della città di Torino, compilato nel 1919, considera, di conseguenza, esclusivamente l'impiego di lampade a tungsteno in gas inerte.

La illuminazione fu divisa in due grandi categorie:

Illuminazione *a forte potenza* (avente i caratteri dell'antica illuminazione ad arco) e illuminazione *a piccola potenza* (avente i caratteri dell'antica ordinaria illuminazione ad incandescenza, elettrica od a gas).

La tavola II dà le caratteristiche delle due categorie di illuminazione.

TAV. II.

	ILLUMINAZIONE A FORTE POTENZA		ILLUMINAZIONE A PICCOLA POTENZA	
	Vie centrali e di gran traffico	Vie di media importanza	Vie di secondaria importanza	Vie alla periferia e di comunicazione coi sobborghi
	lux	lux	lux	lux
Illuminaz. orizz. media [4] E_{max}	4,—-8	2,—-4	1,—-2	0,1-1
Illuminaz. minima E_{min}	0,75-2	0,20-0,75	0,05-0,20	—
$\frac{E_{max}}{E_{min}}$	5,—-20	15,—-30	25,—-50	—
Potenza delle lampade	1000 cand. emisf. inf.	600 cand. e. i.	250 cand. e. i.	100 cand. e. i.
Intensità di corrente alle lampade	20 ampere	20 ampere	7,5 ampere	7,5 ampere

Con lampade a tungsteno in gas inerte, munite di rifrattore (riflettore in vetro prismatico) e riflettore metallico a onde concentriche le potenze luminose sopracitate in cand. m. e. i. corrispondono ordinatamente, se riferite, a lampada nuda, priva cioè di qualsiasi equipaggiamento a:

10 000 lumen (800 candele sferiche) [5]
6 000 » (400 » »)
2 500 » (200 » »)
1 000 » (80 » »)

Il progetto tiene calcolo dei minimi di illuminazione e dei coefficienti di disuniformità $\frac{E_{max}}{E_{min}}$.

Un impianto di illuminazione deve avere lo scopo non solo di illuminare con una certa intensità media, ma anche con una certa uniformità di chiarezza. Una illuminazione a bassa intensità e con distribuzione assai uniforme è preferibile ad es. ad una illuminazione molto intensa e molto inegualmente distribuita, e ciò sia per ragioni di estetica sia per una migliore utilizzazione della illuminazione da parte dell'occhio come organo fisiologico.

Considerato che per ragioni di economia non conviene oltre certi limiti ridurre l'intervallo od aumentare l'altezza di sospensione delle lampade, queste per soddisfare alle condizioni di uniformità di illuminazione sopra stabilite, devono presentare un diagramma di emissione molto appiattito nel senso orizzontale. Questa forma speciale di diagramma polare può realizzarsi fornendo la lampada di un rifrattore (fig. 7, 8).

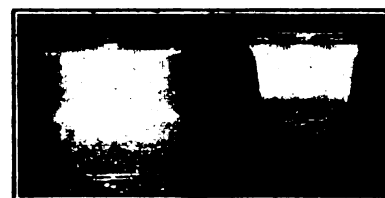



Fig. 7. — Rifrattori per lampade a forte e piccola potenza.

Il costo di un rifrattore prismatico è superiore (in media circa 5 volte) a quello di un riflettore o globo ordinario; ciò non ostante il suo impiego rappresenta una rilevante economia per i seguenti motivi:

1° — perchè permette di realizzare una illuminazione di date caratteristiche con lampade a minor altezza del suolo e quindi con sensibilissimo avanzo di spesa per pali, sostegni etc.

[3] *L'Elettrotecnica*, 25 Settembre e 5 Ottobre 1919.

[4] su di un piano alto m. 1,50 dal suolo.

[5] risulta che per un fattore di riduzione sferica eguale a 0,8 le candele m. e. i. della lampada equipaggiata eguaglierebbero le candele medie orizzontali della lampada nuda.

2° — perchè toglie la sorgente luminosa dalla visione diretta, ed elimina l'abbagliamento, non assorbendo che una piccola frazione di luce (circa il 10%).

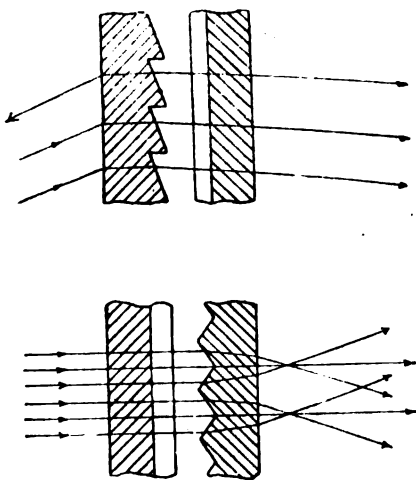



Fig. 8. — Dimostrazione dell'effetto del rifrattore sulla direzione e diffusione dei raggi.

Un vetro opale assorbe con facilità sino al 60% e, quel che è più tendendo ad uniformare la emissione di luce delle lampade nelle varie direzioni, nuoce alla eguaglianza di distribuzione della illuminazione sulla strada, per la quale si richiede che a punti successivamente più distanti dalla lampada corrispondano raggi di intensità rapidamente crescente.

*

In generale può ritenersi che per un dato rapporto l/h tra intervallo ed altezza di sospensione delle lampade, il fattore di disuniformità resta costante. A parità del rapporto l/h, più l è grande più si può economizzare nella spesa di impianto, riducendo il numero di sostegni delle lampade, il numero delle lampade, lo sviluppo delle condutture etc.; ma la spesa di flusso luminoso per mq. di area illuminata e per lux di illuminazione media aumenta ([8]). Vi è dunque un limite al distanziamento ed all'innalzamento dal suolo delle sorgenti. Questo limite è pure imposto dalla necessità che la chiarezza dei punti meno illuminati non risulti minore di quanto fu stabilito con la tav. II.

Restando nel puro campo dell'economia, l'altezza di sospensione e l'intervallo delle lampade devono essere tali da soddisfare alla condizione della minore spesa di esercizio. Perciò deve essere minima la somma di questi due addendi:

1° — interesse ed ammortamento sul capitale d'impianto;

2° — costo dell'energia elettrica consumata;

i quali, col variare di h o di l, variano in senso opposto.

Si ricava che, in correlazione con le intensità di illuminazione e con le potenze luminose stabilite in antecedenza, possono adottarsi intervalli fra le lampade di m. 35 a 55, ed altezze di sospensione di m. 4,50 a 7,50 secondo i casi. Queste cifre rientrano nei criteri di installazione generalmente adottati, e salvaguardano il principio di utilizzazione, nella miglior misura possibile, del materiale di illuminazione pubblica, segnatamente dei sostegni delle lampade ex gas, attualmente fuori uso ed ancora in posto.

*

Le lampade sono di due tipi, che possono denominarsi tipo pendente e tipo rigido. Le prime sono da sospendersi sull'asse delle vie, o delle carreggiate centrali dei viali, a mezzo di funi trasversali alla strada, oppure a pastorali lungo i fianchi della strada (fig. 9, 10). Le lampade tipo rigido che pel loro disegno potrebbero pure chiamarsi ornamentali, sono da applicarsi in posizione diritta alla sommità di candelabri lungo le banchine dei viali o delle grandi strade.

Le lampade possono essere installate lungo l'asse della strada (sospensione a fune), lateralmente alla carreggiata centrale delle grandi strade (sospensione a pastorale od a candelabro), appoggiate alle facciate degli edifici (sospensione con bracci a muro). Quest'ultimo sistema, data la scarsa utilizzazione del flusso luminoso a causa dei fenomeni di assorbimento e dispersione, non si applica che in vie secondarie (lampade da 2500 a 1000 lumen).

Con i candelabri ornamentali (tipo illuminazione a gas) l'altezza del centro luminoso è di m. 5 dal suolo ed è quindi non molto superiore a quella dei candelabri tipo gas esistenti, che possono con facilità essere adattati al nuovo scopo. Questo importante risultato è possibile per l'applicazione alle lampade del riflettore in vetro prismatico, di cui s'è parlato.

Nella Tav. III sono riportate le aree da illuminarsi per lampada per mantenere alla illuminazione media le intensità fissate. Evidentemente a parità di area illuminata l'intensità di illuminazione è influenzata grandemente dalla posizione della lampada rispetto al rettangolo stradale ch'essa illumina e dalle dimensioni relative (lunghezza e larghezza) del rettangolo medesimo. Le cifre segnate nella tavola si riferiscono a casi medii fra quelli che più frequentemente si presentano nella illuminazione della città.

Fig. 9. — Lampada tipo pendente a forte potenza.

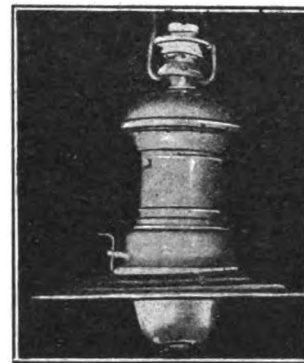



Fig. 10. — Lampade tipo pendente a piccola potenza.

TAV. III.

Chiarezze medie in lux		Area stradale illuminata per lampada in mq. — Lampade tipo pendente, Altezza di sospensione m. 7,50	m. 6,50	Lampade tipo ornamentale, Altezza di sospensione m. 5
Lampade da 10.000 lumen	4	720	960	1100
	5	460	640	840
	6	320	480	720
	7	250	320	610
	8	—	270	510
Lampade da 6.000 lumen	2	960	1200	1280
	3	460	640	840
	4	270	360	640

		Lampade tipo pendente - Altezza di sospensione m. 4,50 — Sull'asse della strada	Su bracci a muro
Lampade da 2.500 lumen	1	1120	840
	2	540	410
Lampade da 1.000 lumen	0,5	860	650
	0,7	630	480
	1	360	270

Nella Tav. IV sono riportati i valori della illuminazione minima (E_{min}) ed i fattori di disuniformità (E_{max}/E_{min}) in corrispondenza di varie disposizioni delle lampade.

([8]) *L'Elettrotecnica*, 25 Settembre e 5 Ottobre 1919.

TAV. IV.

Intervallo tra le lampade in metri	Lampade da 10.000 lumen (*) sull'asse della strada. Altezza delle lampade dal suolo in m: 7,50 — Larghezza della strada m. 12		m. 16		m. 20		6,50 — Larghezza della strada m. 12		m. 16		m. 20	
	E_{min}	$\frac{E_{max}}{E_{min}}$	E_{min}	$\frac{E_{max}}{E_{min}}$	E_{min}	$\frac{E_{max}}{E_{min}}$	E_{min}	$\frac{E_{max}}{E_{min}}$	E_{min}	$\frac{E_{max}}{E_{min}}$	E_{min}	$\frac{E_{max}}{E_{min}}$
35	2 43	3 7	2 10	4 2	1 75	5	2 20	56	1 98	6 2	1 86	6 6
45	1 35	6 2	1 28	6 6	1 13	7 4	1 22	95	1 13	10 3	1 06	11
55	0 87	9 3	0 83	9 7	0 79	10 2	0 82	14	0 78	14 6	0 70	16 2

Intervallo tra le lampade in metri **	Lampade da 10.000 lumen (*) alternate ai due fianchi della strada. Altezzza dal suolo m. 5. Larghezza della strada fra le lampade m. 20 — E_{min}	$\frac{E_{max}}{E_{min}}$
35	1 24	21
45	0 90	27
55	0 62	40

Intervallo tra le lampade in metri	Lampade da 1000 lumen (***) sull'asse della strada. Altezza delle lampade dal suolo m. 4,50. Larghezza della strada in metri: m. 12		m 16		m. 20	
	E_{min}	$\frac{E_{max}}{E_{min}}$	E_{min}	$\frac{E_{max}}{E_{min}}$	E_{min}	$\frac{E_{max}}{E_{min}}$
35	0 189	17	0 165	19	0 156	20
45	0 123	24 5	0 126	26	0 109	28
55	0 084	34	0 075	39	0 073	40

Intervallo tra le lampade in metri **	Lampade da 1000 lumen (***) su bracci a muro. Altezza delle lampade dal suolo, m. 4,50. Larghezza della strada m. 12 — E_{min}	$\frac{E_{max}}{E_{min}}$
35	0 19	17
45	0 11	28
55	0 08	37

(*) per lampade da 6000 lumen i valori E_{min} risultano i 6/10 di quelli riportati.

(**) gli intervalli si intendono fra lampade alternate. Gli intervalli fra lampade di una stessa fila sarebbero il doppio.

(***) per le lampade da 2500 lumen i valori E_{min} risultano 2,5 volte quelli segnati.

Sistema di alimentazione delle lampade. - Caratteristiche dei circuiti-serie.

La lampada a tungsteno in gas inerte, come lampada a forte intensità di corrente, è essenzialmente una lampada-serie.

Il sistema di distribuzione in serie già impiegato largamente in città si presenta quindi particolarmente conveniente per gli impianti nuovi.

Poichè il rendimento di un filamento in gas è una funzione rapidamente crescente del diametro del filo, si ha interesse a far funzionare le lampade a forte intensità di corrente, anche se ciò rende necessario l'impiego di un piccolo trasformatore di intensità (fig. 11, 12).

Un circuito-serie è però necessariamente a tensione elevata rispetto a terra e quindi pericoloso per l'incolumità dei cittadini. Ora, per le lampade a forte potenza (10 000 e 6000 lumen) lo stesso trasformatore che deve portare l'intensità della lampada a 20 ampère serve ad isolare la lampada dal circuito ad alta tensione.

Per le lampade a piccola potenza (2500 e 1000 lumen) l'impiego di un trasformatorino per lampada non è adottabile, perchè accrescerebbe enormemente la spesa di impianto senza un congruo vantaggio pel rendimento della lampada ed una sensibile diminuzione nel consumo di corrente.

In questo caso, pertanto, i trasformatori-serie sono adibiti alla alimentazione non di una lampada, ma di un gruppo di lampade, i singoli gruppi costituendo altrettanti circuiti secondari, la cui tensione può essere con facilità mantenuta a valori non pericolosi, data la piccola tensione richiesta da ciascuna lampada.

L'applicazione ora detta si presta particolarmente per una città come la nostra, di topografia molto regolare, ove i singoli gruppi di lampade alimentati da un trasformatore di intensità possono destinarsi alla illuminazione di due o più isolati stradali.

Questo sistema misto di circuiti ad alta-bassa tensione accresce i pregi caratteristici della distribuzione in serie. Il conduttore ad alta tensione resta limitato ad una semplice arteria di breve lunghezza, da cui si diramano, ad intervalli, conduttori a bassa tensione; la probabilità di guasti durante il funzionamento è ridotta in ragione della

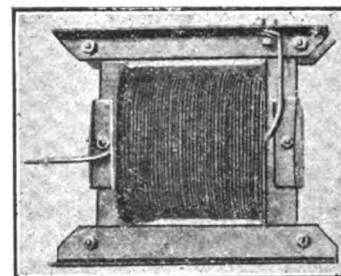
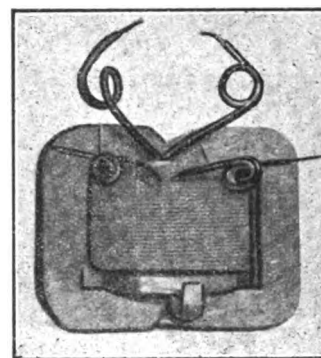



Fig. 11-12. — Trasformatori-serie da 500 watt, 6,6/20 ampere.

minor lunghezza del circuito ad alta tensione, il quale forma pur sempre la parte più delicata della rete, e la regolarità dell'esercizio è meglio assicurata pel fatto che ogni circuito secondario costituisce un tutto a sè elettricamente isolato dagli altri e dal circuito principale.

Economicamente poi lo stesso sistema, rispetto a quello con trasformatori individuali per lampada, offre il vantaggio:

1° — di una minor spesa per condutture elettriche che risultano in gran parte a bassa tensione, suscettibili di posa aerea,

2° — di una minor spesa per trasformatori di intensità per lampada installata.

*

Ogni circuito-serie è alimentato da un proprio trasformatore ad intensità di corrente costante (fig. 13).

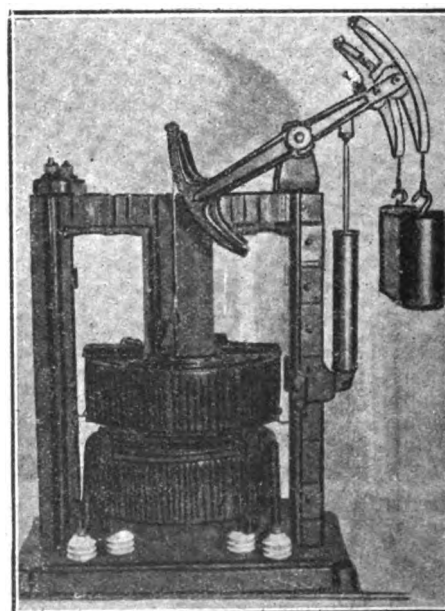



Fig. 13. — Trasformatore a corrente costante.

E' stata esaminata la convenienza dell'adozione di semplici regolatori ad induzione; un sistema assai economico potrebbe aversi interponendoli direttamente tra la rete primaria della A. E. M. ed i circuiti di illuminazione, ma le due reti con ciò non risulterebbero elettricamente isolate l'una dall'altra. Ad evitare questo si potrebbero usare regolatori ad induzione in connessione con ordinari trasformatori statici: il che equivarrebbe a separare in un trasformatore a bobine mobili, e farne due apparecchi distinti, la parte di trasformazione da quella di regolazione. Ciò migliorerebbe, è vero, il fattore di

potenza, specialmente a carichi deboli, ma occorre notare che la condizione normale di funzionamento dei circuiti di illuminazione è quella di pieno carico, e che per carichi leggermente ridotti può farsi uso di speciali morsetti ausiliari previsti allo scopo; mentre d'altro lato, l'impiego di due apparecchi, con conseguenti maggiori dimensioni d'ingombro, ridurrebbe la capacità delle cabine.

★

Il tipo di conduttore scelto è quello unipolare, specialmente adatto alla formazione degli anelli dei circuiti-serie. Per i cavi armati, da posarsi nel sottosuolo, è prevista l'armatura in fili di ferro per rendere insignificanti i fenomeni della perdita nel ferro e caduta induttiva.

Tuttavia alle piccole intensità di corrente usate nei circuiti serie non superiori di solito a 6 o 7 ampere, possono essere usati senza particolare disturbo, anche cavi ad un conduttore, armati, per ragioni di economia, con nastro di ferro. L'avanzo di spesa sul costo del cavo compensa ampiamente la leggera maggior perdita di energia per induzione. Accurate prove eseguite nel laboratorio della Società fornitrice (7) hanno dimostrato che per piccole intensità di corrente con l'impiego di detto tipo di cavo la perdita di energia e di tensione sono praticamente trascurabili. Il funzionamento dei cavi unipolari 6,6 ampere armati in nastro che, a titolo di esperimento, furono posati in Torino non ha dato luogo ad alcun rimarco di importanza pratica (8).

★

Entro certi limiti, determinati dall'estensione della zona che si intende illuminare con un circuito, dalla potenza delle lampade impiegate etc., i valori delle tensioni e delle intensità dei circuiti-serie devono soddisfare alla condizione della minor spesa di esercizio.

Se si aumenta la tensione o la intensità, del circuito-serie, aumenta il costo del cavo, diminuisce il numero dei trasformatori-regolatori e delle sottostazioni per il maggior numero di lampade alimentabili da un circuito, aumenta il rendimento dei trasformatori-regolatori in conseguenza della loro maggior potenza. Nella spesa di esercizio cresce quindi da un lato « l'interesse e l'ammortamento sul costo del cavo » e diminuiscono dall'altro, « l'interesse ed ammortamento sul costo trasformatori, costruzione e montaggio cabine », e « la spesa di energia elettrica ».

Ora la spesa totale di esercizio tende ad aumentare o diminuire secondo la preponderanza relativa di uno dei due costi parziali suddetti rispetto all'altro.

In base ai criteri ora esposti e correlativamente colle condizioni locali di impianto si sono stabilite le caratteristiche dei circuiti indicate nella Tav. V.

TAV. V.

	Illuminazione a forte potenza	Illuminazione a piccola potenza
Intensità di corrente del circuito-serie	6,6 ampere	6,6 ampere
Tensione normale del circuito-serie	3800 volt	5400 volt
Sezione del cavo	6,6 mmq.	6,6 mmq.
Trasformatori di intensità	6,6/20 amp. potenza 500 watt; alimenta promiscuamente una lampada da 1000 lumen (23 volt) o 6000 lumen (14 volt)	6,6/7, 5 amp. potenza 2000 watt; può alimentare 12 lampade da 2500 lumen (19,6 volt) o 23 da 1000 lumen (9, 6 volt)
Numero di trasformatori di intensità alimentati da un circuito-serie	48 con lampade da 10.000 lumen 75 con lampade da 6000 lumen	16
Numero di lampade alimentate da un circuito-serie	48 da 10.000 lumen 75 da 6000 lumen	192 da 2500 lumen 368 da 1000 lumen
Intensità di corrente dei circuiti secondari a piccola potenza	—	7,5 ampere
Tensione normale dei circuiti c. s.	—	260 volt
Sezione dei conduttori pei circuiti c. s.	—	8,04 mmq.

(7) Per la esecuzione di dette prove un ringraziamento particolare è dovuto all'ing. Elvio Soleri.

(8) Con cavi 1 × 6,6 mmq. la perdita di energia, con armatura in nastro, è risultata circa l'8 % superiore a quella con cavi armati in filo (131 watt/km. contro 121) e la caduta di tensione è risultata il 40 % superiore (25 volt/km. contro 18).

Non si è ritenuto adottare una intensità di corrente minore di 6,6 ampere, ossia utilizzare la stessa potenza per circuito aumentando il fattore tensione, perchè nelle odierne condizioni conseguenti alla guerra il sopra prezzo delle materie isolanti è assai più sensibile di quello del rame, e la condizione di minima spesa non può realizzarsi che ad intensità di regime piuttosto alto.

La tensione dei circuiti primari per lampade da 2500 e 1000 lumen si è scelta maggiore di quella per circuiti di lampade a forte potenza, in ragione della indipendenza reciproca dei vari circuiti secondari e del minor sviluppo del cavo primario per lampada servita, il che per quanto concerne la regolarità dell'esercizio e la probabilità di manifestazioni di terre e di interruzioni nel circuito consente di aumentare il raggio di azione del circuito stesso.

Fu considerata la convenienza o meno di adottare per illuminazione a piccola potenza la stessa tensione normale che per illuminazione a forte potenza e di far servire, di regola, lo stesso trasformatore-regolatore e lo stesso cavo alla alimentazione promiscua dei circuiti per forte e per bassa illuminazione. Con ciò sarebbe ridotta la spesa pei cavi; aumenterebbe però il numero delle cabine, e perchè aumenta la densità del carico in lampade per una data lunghezza di cavo, e perchè si rinuncia ad utilizzare la maggior consentita tensione del cavo per illuminazione a bassa intensità, come già detto.

D'altra parte per maggior garanzia della regolarità e continuità dell'esercizio, non è consigliabile conglobare in un solo circuito sistemi diversi, anzi è consigliabile il tenerli separati.

L'identità di intensità in ampère è sufficiente per se stessa a permettere l'impiego dello stesso cavo alla alimentazione promiscua dei due sistemi di illuminazione in quei casi particolari, in cui le ragioni economiche fossero preponderanti, come pure a permettere, quando si voglia, la intercambiabilità provvisoria tra i trasformatori, i cavi e le lampade dell'uno e dell'altro sistema.

★

Per le parti esterne della città, ad es. la zona collinare, o comunque per strade attraversanti la campagna, l'applicazione delle stesse modalità di installazione che per le zone centrali della città non è economica, nè necessaria.

In questi casi i circuiti-serie sono costituiti da condutture aeree di rame da 8 mmq. con direttamente inserite le lampade da 100 candele dell'intensità 7,5 ampère. Ogni circuito fa capo ad un apposito trasformatore-regolatore 6300/0-500 Volt (del tipo già in servizio per gli impianti ex Piemontese), il quale può alimentare 42 lampade.

Accessori delle lampade.

In genere le lampade non sono fornite di apparecchi di manovra.

Nè, data la loro bassa tensione rispetto a terra, richiedono apparecchi di innesto e di disinnesto dal circuito, per la manovra durante il funzionamento.

Soltanto le lampade di forte potenza, da sospendersi alla altezza di m. 6,50 a 7,50 lungo la mezzaria delle strade, occupate dai binari tramviari, potranno essere fornite di carrello e di arganello, allo scopo di evitare intoppo al servizio tramviario da parte della scala aerea ed assicurare contemporaneamente una più comoda e perfetta pulizia delle lanterne, globi e riflettori.

Il costo di questi accessori, che si riducono del resto a molto pochi, come di quelli di isolamento della lanterna rispetto a terra è notevolmente diminuito rispetto a quale sarebbe se, mancando il trasformatore d'intensità, le lampade si trovassero sottoposte alla tensione del circuito-serie.

E' pure da notarsi il vantaggio che all'impiego della scala aerea ed alla manutenzione in genere apporta la minor altezza dei sostegni conseguente all'uso delle lampade con rifrattore.

Orario di accensione dei circuiti.

Con servizio a metà notte la spesa di corrente elettrica e di rinnovo lampade è i 3/4 di quella con servizio a tutta notte; ma la lunghezza di cavo per lampada richiesta nel primo caso è circa doppia che nell'altro, il che, nel costo di esercizio a metà notte, raddoppia le quote di interesse, ammortamento e manutenzione cavi, ed accresce, dal punto di vista elettrico, la caduta di tensione per lampada e quindi la relativa spesa di corrente.

La Tav. VI la quale dà i fattori variabili della spesa di esercizio per lampada, nel servizio a tutta notte e metà notte, dimostra la convenienza dell'adozione di un servizio unico a tutta notte.

La riduzione a metà dello sviluppo delle condutture riduce a metà le probabilità di guasti durante l'esercizio, semplifica l'impianto, senza contare che un servizio unico di illuminazione a tutta notte implica, per un dato carico e rispetto al servizio misto, una riduzione delle tariffe dell'energia, in conseguenza delle più facili ed economiche condizioni di fornitura che ne risultano per l'azienda fornitrice.

TAV. VI.

	Servizio a tutta notte			Servizio a metà notte		
	Lampade da 10.000 lumen	Lampade da 1000 lumen		Lampade da 10.000 lumen	Lampade da 1000 lumen	
		Cavo A. T.	Cavo B. T.		Cavo A. T.	Cavo B. T.
Lunghezza di cavo richiesta in media per lampada	m. 95	m. 15	m. 80	m. 190	m. 30	m. 160
Costo del cavo per lampada	(7×95) L. 665	(7,80×15) L. 117	(2,5×80) L. 200	L. 1330	L. 234	L. 400
Interesse ed ammortamento al 9% sul costo del cavo	L. 59,85	L. 28,53		L. 119,70	L. 57,06	
Manutenzione 2%	» 13,30	» 6,34		» 26,60	» 12,68	
Spesa rinnovo lampade	(3×50) » 150,—	(3×12) » 36,—		» 112,50	» 27,—	
Spesa energia elettrica consumata nella lampada	(0,07×4000×0,5) » 140,—	(0,07×4000×0,072) » 20,16		» 105,—	» 15,12	
Consumata nel cavo	(0,07×4000×0,011) » 3,08	(0,07×4000×0,009) » 2,52		» 4,62	» 3,78	
TOTALI	L. 365,23	L. 93,55		L. 368,42	L. 115,64	

Costi di impianto e di esercizio.

Ai prezzi attuali del mercato, il costo d'impianto per lampada da 10 000 lumen è di L. 4000; esso risulta dal prospetto seguente (Tav. VII) in cui sono calcolati a titolo di confronto anche il costo d'impianto per lampada in altri sistemi di distribuzione elettrica.

TAV. VII.

FORNITURE ED OPERE	Lamp. in serie con trasf. a c. c. 3800V 6,6 A e trasfor. di intensità 20 A (sistema prescelto)	Lamp. in serie con trasformat. a c. c. 600 V 9,6 Ampere			Lamp. a 9,6 A. in serie con bobine di sostituzione su trasformatori a tensione costante 600 Volt			Lamp. in serie con trasformatori a c. c. 3800 Volt 6,6 Ampere a inserzione diretta		
			Differenza in % rispetto al sistema progettato			Differenza in % rispetto al sistema progettato			Differenza in % rispetto al sistema progettato	
			+	—		+	—		+	—
Cabine. (parte muraria materiale elettr. trasformatori	420	730	7,75	—	450	0,75	—	420	—	—
Cavi ed accessori.										
Acquisto	800	860	1,5	—	860	1,5	—	800	—	—
Posa	750	750	—	—	750	—	—	750	—	—
Pali e sostegni.										
Acquisto e posa (caso medio)	1250	1250	—	—	1250	—	—	1250	—	—
Trasformatori d'intensità	370	—	—	9,25	—	—	9,25	—	9,25	—
– Lampade –										
Lampade p. d.	250	250	—	—	250	—	—	250	—	—
Bobine di sost.	—	—	—	—	250	6,25	—	—	—	—
Apparecchi di disinserzione	—	—	—	—	—	—	—	250	6,25	—
Arganelli	70	70	—	—	70	—	-	70	—	—
Forniture ed opere varie.	90	90	—	—	90	—	—	90	—	—
TOTALI L	4000	4000	9,25	9,25	3970	8,50	9,25	3880	6,25	9,25
Differenze in % risultanti	—	—	—	—	—	—	0,75	—	—	3,—

Si vede che, come costo d'impianto, i vari sistemi su per giù si equivalgono, per quanto il sistema ad alta tensione ed inserzione diretta delle lampade presenti rispetto a quello in progetto una economia del 3 per cento.

Il sistema più economico però è quello cui corrisponde la minore spesa di esercizio, quando in questa si comprendono gli interessi ed ammortamenti relativi al capitale d'impianto.

La spesa di esercizio per 4000 ore annue di una lampada da 10 000 lumen è di L. 799,80; essa risulta dalla Tav. VIII, in cui sono pure riportate le spese di esercizio pei sistemi già considerati nella Tav. VII; detta tabella pone in evidenza come la spesa di esercizio del sistema progettato sia la minore. Questa spesa, escluse le spese fisse (interesse ed ammortamento sul capitale d'impianto), si riduce a L. 399,80.

I rispettivi costi per lampada-ora, incluse ed escluse le spese fisse risultano di L. 0,1999 e L. 0,0999.

Sul totale delle lampade a forte potenza da installarsi, quelle da 10 000 lumen rappresentano soltanto circa il 20%; le altre sono da 6000 lumen. Per queste ultime il costo della lampada-ora è inferiore di circa 2,5% (1 centesimo per il rinnovo lampade ed 1,5 centesimi per la spesa di corrente).

TAV. VIII.

RIPARTIZIONE DELLA SPESA	Lamp. in serie con trasf. a c. c. 3800 V 6,6 A e trasf di intensità a 20 Ampere	Lamp. in serie con trasformatore a corr. costante 600 V 9,6 Ampere	Lamp. da 9,6 A in serie con bobine di sostituz. su trasf. a tensione costante 600 Volt	Lamp. in serie con trasformatore a c. c. 3800 V 6,6 Ampere a inserzione diretta
Spese fisse.				
Interesse ed ammortamento (10% del capitale d'impianto)	400,—	400,—	397,—	388,—
Manutenzione.				
Manutenzione delle reti e cabine (2% del capitale d'impianto)	80,—		79,40	77,60
Pulizia e ricambi lampade (12×0,40)	4,80		4,80	4,80
Rinnovo lampade (3×50)	150,—		150,—	150,—
Riparazioni e globi	25,—		25,—	25,—
	259,80	259,80	259,20	257,40
Energia elettrica.				
(0,07×4000×0,5)	140,—			
(0,07×4000×0,57)		159,60	159,60	
(0,07×4000×0,61)				170,80
TOTALI	L. 779,80	L. 819.40	L. 815,80	L. 816,20

★

La Tav. IX da il dettaglio della spesa media di impianto di una lampada da 1000 lumen. Per un sistema ad eguale tensione e ad inserzione diretta delle lampade la spesa di impianto sarebbe maggiore (il minor costo per mancanza di trasformatori d'intensità non compensa il maggior costo delle condutture), come pure la spesa di impianto sarebbe maggiore, per lo stesso sistema, a tensione minore (per la preponderanza del maggior costo trasformatori-regolatori e cabine).

TAV. IX.

Cabine.		
Opere murarie, apparecchi, trasformatori, ecc.	L. 55	
		L. 55
Cavi ed accessori		
Cavi A. T. (provvista)	L. 170	
Conduttori B. T. (provvista)	» 250	
Posa cavi e conduttori	» 420	
		L. 840
Sostegni lampade		
Provvista e posa (cifra media)	L. 300	
		L. 300
Trasformatori d'intensità		
Provvista	L. 60	
Posa	» 50	
		L. 110
Lampade		
Lampada	L. 150	
		L. 150
Forniture ed opere varie.		
Forniture ed opere varie	L. 45	
		L. 45
TOTALE		L. 1500

TAV. X.

Spese fisse.		
10% sul capitale di impianto	L. 150,—	
		L. 150,—
Manutenzione.		
Manutenzione delle reti e cabine (2% sul capitale d'impianto)	L. 30,—	
Pulizia e ricambi lampade (12×0,30)	» 3,60	
Rinnovo lampade (3×12)	» 36,—	
Riparazioni e globi	» 15,—	
		L. 84,60
Energia elettrica.		
(0,07×4000×0,072)	L. 20,16	
		L. 20,16
TOTALE		L. 254,76

Nel sistema progettato il costo di impianto della lampada a piccola potenza è di L. 1500.

Il costo di esercizio per 4000 ore, come risulta dalla Tav. X è di L. 254,76, il che corrisponde a L. 0,0636 per lampada-ora; quest'ultimo costo, escluse le spese fisse, si riduce a L. 0,0262.

Trasformatori a corrente costante – Trasformatori-serie.

I caratteri distintivi del trasformatore a C. C. rispetto a quello ordinario a tensione costante sono:

1° — forte reattanza di dispersione;

2° — reattanza di dispersione variabile automaticamente col carico, in conseguenza del movimento relativo delle bobine primaria e secondaria.

Un trasformatore monofase a bobine fisse se fornito di una forte reattanza interna è già adatto alla alimentazione di circuiti in serie; tipi di questi trasformatori sono in uso nella illuminazione pubblica, ed equivalgono ad un trasformatore ordinario, presentante cioè piccolo flusso disperso, più una bobina di reattanza invariabile in serie con le lampade.

Il trasformatore con bobina mobile equivale ad un trasformatore ordinario più una bobina a reattanza automaticamente variabile.

Il diagramma vettoriale del funzionamento, ad un dato carico, di un trasformatore a C. C. differisce da quello di un trasformatore ordinario pel fatto che le f. e. m., primaria e secondaria, di reattanza, sono dell'ordine di grandezza delle f. e. m. indotte dal flusso principale. A carichi diversi la reattanza interna del trasformatore varia in maniera che la impedenza totale non muta. A pieno carico, non induttivo, la f. e. m. richiesta dalle lampade è $B_n\ B$ (fig. 14) e la forza f. e. m. di reattanza del trasformatore è $B\,C$. Se il carico diminuisce ad es.

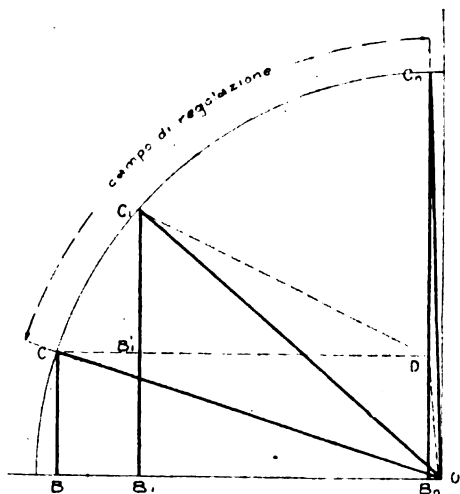



Fig. 14. — Variazione della reattanza col carico in un trasformatore a corrente costante.

del 20%, cioè diventa $B_n\ B_1$ la f. e. m. di reattanza diventa $B_1\ C_1$. In corto circuito la f. e. m. disponibile pel carico diventa zero, la f. e. m. di reattanza $B_n\ C_n$. Se il carico è induttivo, ad es. con fattore di potenza 90%, come può succedere quando parecchi trasformatori-serie o autotrasformatori, alimentanti altrettante lampade funzionano a circuito secondario aperto per bruciatura delle lampade stesse, alla reattanza $B_n\ D$ del trasformatore si aggiunge la $B'_1\ C_1$ del circuito delle lampade. $D\ C_1$ è la tensione utile esterna, $D\ B'_1$ la tensione disponibile per le lampade.

In ogni caso $O\,C = O\,C_1 = O\,C_n$ è la f. e. m. indotta.

All'avviamento le bobine, primaria e secondaria, dovrebbero trovarsi nella posizione di corto circuito, ossia alla massima distanza fra loro, e ciò può ottenersi mediante uno speciale dente di arresto della bobina mobile; chiuso l'interruttore sul carico, si sgancia il dente e la bobina mobile assume dolcemente, man mano che la corrente aumenta, la sua posizione di equilibrio. Questa pratica se dovesse essere rigorosamente seguita non permetterebbe il comando automatico dei trasformatori; d'altra parte se dovessero accendersi le lampade del circuito quando le bobine primaria e secondaria sono a contatto, l'afflusso repentino e rilevante di corrente nelle bobine stesse produrrebbe pericolose oscillazioni e sbattimenti della bobina mobile contro il giogo del nucleo.

Negli impianti di questa città i trasformatori sono stati forniti di zanche d'arresto le quali impediscono che a circuito secondario aperto la bobina mobile (secondaria) venga a poggiare sulla fissa (primaria), e la mantengono in una posizione assai vicina a quella di carico normale.

Addivenendosi ad una variazione qualsiasi nel numero delle lampade inserite viene corrispondentemente modificata la posizione di arresto della bobina mobile. Questo semplice dispositivo permette di eseguire il comando automatico dei circuiti con perfetta sicurezza.

★

I trasformatori-serie da 500 Volt sono montati nel sottosuolo stradale al piede della lampada e sono contenuti in una cassetta di ghisa ripiena di miscela isolante, costrutta secondo il tipo delle muffole per cavi. Al carico normale il rendimento di detti trasformatori (fig. 15)

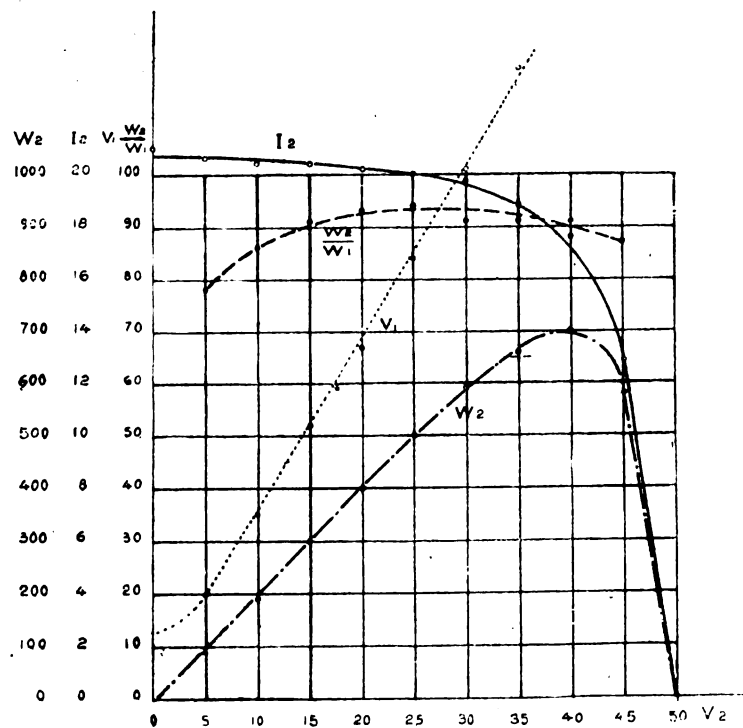



Fig. 15. — Diagrammi di funzionamento di un trasformatore-serie 500 watt 6.6/20 ampere.
I_2, W_2 corrente e potenza secondaria
W_2/W_1 rendimento
V_1 tensione primaria.

è stato trovato 93%; a carico (resistenza inserita) maggiore del normale il rendimento e la corrente secondaria rapidamente diminuiscono; a carico (resistenza inserita) minore del normale la corrente aumenta di poco, cosicchè anche in corto circuito il suo valore non oltrepassa il 5% dello stabilito. I trasformatori-serie sono dunque praticamente autoregolatori dal pieno carico al corto circuito. Perchè essi funzionino in condizioni soddisfacenti è necessario che la loro capacità, rispetto alla lampada, od alle lampade, da alimentare, sia calcolata con una certa larghezza, in modo che il ramo di caratteristica comprendente il funzionamento medesimo (curva I_2, fig. 15) sia piuttosto verso sinistra (corto circuito) che verso destra (circuito aperto) dell'ordinata di tensione normale.

I diagrammi della fig. 15 sono stati ricavati da misure su di un trasformatore-serie adottato per la illuminazione di questa città. La curva caratteristica I_2 mostra pure che la tensione di circuito aperto è superiore circa del 100% alla normale.

Nei trasformatori-serie da 2000 watt, adibiti alla alimentazione di gruppi di lampade in serie, la tensione di circuito aperto è mantenuta alquanto più alta, circa 3 - 4 volte la normale; la tensione massima istantanea, a causa della deformazione dell'onda di corrente, è assai superiore.

Ciò assicura la perforazione della pellicola isolante, di cui ogni lampada è fornita, quando la lampada fosse guasta, e garantisce la regolarità e continuità del servizio. Se il circuito dovesse interrompersi per cause che non sono la bruciatura di una lampada, ad es. per rottura di un conduttore, non deve avvenire che il trasformatore-serie possa funzionare a circuito aperto; perciò si munisce il trasformatore stesso di una propria valvola di tensione, analogamente ad una lampada. A circuito secondario aperto il nucleo del trasformatore è soggetto, per la saturazione, ad un forte soprariscaldamento che può danneggiarlo; d'altra parte la tensione di circuito aperto esistente sulle condutture rappresenterebbe un grave pericolo per le persone. L'impiego della valvola di tensione sul secondario del trasformatore elimina i due pericoli suddetti; in caso di interruzione del circuito delle lampade, non dipendente da bruciatura delle lampade, il trasformatore è automaticamente messo in corto circuito.

Pericoli di funzionamento a circuito secondario aperto non sussistono nei trasformatori-serie di assai minori dimensioni (inferiori ad 1 kW di potenza), e per la loro relativamente maggiore superficie di irradiazione del calore e per la minore tensione di funzionamento.

La graduazione delle valvole di tensione è un'operazione assai delicata; essa è stata nei nostri impianti realizzata con successo. E' necessario che se il circuito si interrompe per la rottura di una lampada sia esclusa la possibilità che funzioni la valvola di tensione del trasformatore invece di quella della lampada, come è necessario che se il circuito si interrompe per guasto alla linea sia esclusa la possibilità che la valvola di tensione del trasformatore non funzioni.

Le pellicole isolanti costrutte nel laboratorio municipale, costituite da carta velina tra due dischetti d'alluminio, si perforano tra 250 e 500 Volt; per i trasformatori-serie da 2000 watt si sono preparate pellicole di maggior isolamento, che si perforano tra 750 e 1000 Volt; risultati buoni si sono pure ottenuti ponendo in serie, per il trasformatore, due pellicole da 250 - 500 Volt.

I trasformatori-serie da 2 kW sono anche collegati in serie di due montati nella stessa cassetta stradale (fig. 16), ciò che può ridurre notevolmente il costo di messa in opera. In questo caso, oltre a connettere a terra il polo comune degli avvolgimenti secondari, vi si connette pure il punto di mezzo del circuito delle lampade; ciò equivale a raggruppare i due circuiti secondari in un solo con ritorno comune a terra. E' assicurata così la ripartizione del carico tra i due trasformatori, e la protezione delle lampade dei due circuiti, in caso di terre accidentali nei circuiti stessi.

Fig. 16. — Schema di circuiti con trasformatori-serie 2000 watt, 6,6/7,5 ampere.

Disposizioni transitorie di impianto.

La difficoltà di procurarsi sollecitamente i materiali speciali necessari agli impianti, l'intendimento di valersi dell'industria nazionale nella più larga misura consentita, e l'urgenza, d'altra parte, di addivenire al miglioramento della illuminazione della città, hanno consigliato all'inizio del 1920, di dar corso alla esecuzione degli impianti con tutti i temperamenti e ripieghi imposti dalla situazione. Per quanto riguarda la illuminazione a forte potenza, furono per intanto costituite, con cavi a 3800 Volt, serie di lampade ad inserzione diretta a 2000 - 3000 Volt, 9,6 o 6,6 ampère costanti (fig. 17, 18). Per quanto riguarda la illuminazione a piccola potenza, furono installati circuiti serie a 7,5 ampère alimentati a tensione costante da trasformatori trifasi a 500 Volt della A. E. M.; ogni lampada è fornita di resistenza ohmica automatica di sostituzione; l'automatismo è ottenuto ponendo in serie con la resistenza una valvolina di tensione del tipo solito (fig. 19). Furono così installate circa 350 lampade a forte potenza e 700 a piccola potenza. Quasi altrettante lampade a forte potenza furono installate portando al carico massimo i circuiti ex Soc. Piemontese. I totali di lampade previsti dal progetto generale sono di 1500 a forte potenza e 5500 a piccola potenza. Le condutture già posate opportunamente sezionate e raggruppate saranno riferite man mano ai trasformatori previsti dal progetto definitivo. Così pure alle lampade, man mano che sarà possibile, i globi opali saranno sostituiti dai rifrattori. Gli impianti ora in corso sono eseguiti secondo le precise norme del progetto generale. I materiali usati negli impianti (trasformatori a C. C., trasformatori serie, armature per lampade, rifrattori etc.) sono di fabbricazione nazionale. Per far fronte alla deficienza ed all'alto prezzo dei portalampade tipo serie, il cui acquisto, qualche tempo fa, era ancora impossibile o proibitivo, il comune di Torino ne ha adottato un tipo speciale molto semplice, che ha fornito ottima prova (fig. 20, 21).

Fig. 17. — Interno di una armatura, tipo ornamentale, con lampada inserita direttamente a 2000 volt.

Fig. 18. — Vista dell'armatura di cui a fig. 17.

Fig. 19. — Schema di inserzione di lampade in serie a tensione costante.

Fig. 20. — Portalampade stradale con dispositivo di corto circuito.

Fig. 21. — Portalampade stradale ordinario.

Torino, 11 Giugno 1921.

I Soci vitalizî o perpetui sono i più benemeriti della Associazione.

METODO INDUSTRIALE COMPARATIVO PER LA PROVA DELLE LAMIERE

A. BARBAGELATA

Comunicazione alla Sezione di Milano
28 Giugno 1921

1. — Fra i varî metodi per lo studio dei materiali magnetici impiegati nelle costruzioni elettromeccaniche, solo quello dell'Epstein, per la misura della cifra di perdita dei lamierini, si è largamente diffuso e, nonostante le vivaci discussioni teoriche a cui esso ha dato luogo nel suo paese d'origine, ha finito per diventare di fatto, pur senza la sanzione ufficiale delle competenti associazioni, una specie di «metodo standard» di portata internazionale per la valutazione commerciale delle lamiere. Ma, nonostante tutti i suoi pregi, che ne giustificano la fortuna, il metodo non può certo dirsi ancora perfetto quando si tratti per un costruttore di controllare regolarmente tutte le «partite» di lamierini che arrivano alle sue officine. Per tagliare il voluto numero di striscie, formarne i quattro pacchetti, introdurli nelle bobine dell'apparecchio, serrare i giunti, eseguire le letture ed i calcoli relativi, si richiede sempre un tempo tutt'altro che trascurabile e pur con la migliore organizzazione è difficile impiegare meno di un'ora per le varie operazioni. Si aggiunga infine che per l'apparecchio normale occorrono circa 10 chili di lamiere e che di poco si può ridurre tale quantitativo con apparecchi «tipo Epstein» se non si vuole troppo ridurre la sensibilità delle misure.

Tutte queste considerazioni non avevano, a dir vero, grande valore nei beati tempi d'ante guerra, quando facile era il rifornimento delle lamiere e la produzione delle Case più quotate era così regolare che poteva essere sufficiente il prelevamento e la prova di un campione per ogni molte tonnellate di lamierini. Ma durante la guerra il procurarsi lamiere magnetiche è diventato per noi italiani un ben arduo problema ed i nostri costruttori hanno spesso vissuto di ripieghi, comprando i lamierini un po' qui un po' là da case non sempre di prim'ordine, in quantitativi sovente modesti. Si è così imposta la necessità di un continuo controllo delle lamiere in arrivo sotto pena di gravi delusioni sulle macchine costruite, e si è manifestata la convenienza di un apparecchio o di un metodo di uso più spedito dell'Epstein e che sopratutto richiedesse un assai minor quantitativo di lamiere — salite anch'esse a prezzi iperbolici. — Per invito delle Officine Ing. Giampiero Clerici & C. fui così condotto ad occuparmi della questione e descriverò qui ora brevemente l'apparecchio realizzato per cercare di risolvere il problema.

2. — Una notevole semplificazione nell'applicazione del metodo Epstein si può intuitivamente conseguire procedendo per via comparativa, disponendo cioè di due apparecchi identici, montato l'uno con lamierini di qualità perfettamente note e l'altro, di volta in volta, con le lamiere in esame. Fra i diversi metodi comparativi che si possono facilmente immaginare mi limiterò a richiamare qui quello proposto dall'Ingermann [1] di cui la fig. 1 dà uno schema semplificato. C ed X

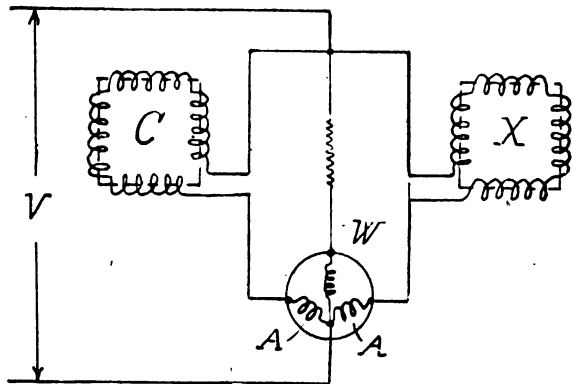



Fig. 1.

sono i due apparecchi Epstein rispettivamente con lamiere note e incognite ed A, A sono le due bobine amperometriche di un ordinario Wattmetro Siemens. Per una data tensione V applicata al circuito, ritenendo trascurabile la resistenza delle bobine A rispetto all'impedenza dei due apparecchi, essendo tali due apparecchi identici e contenendo una identica sezione utile di ferro, si avrà da entrambe le parti la stessa induzione. In tali condizioni il Wattmetro (le cui due bobine amperometriche risultano percorse in senso inverso dalla corrente) indicherà evidentemente la differenza fra le potenze assorbite dai due apparecchi, ossia, in ultima analisi, ci darà la differenza fra le cifre di perdita delle due qualità di lamiere messe a confronto. L'Autore ha minutamente analizzato tutti gli errori sistematici del suo metodo il quale, indubbiamente, può riescire assai utile nella pratica eliminando molti calcoli più o meno laboriosi. Esso ha però sempre l'inconveniente — grave per le ragioni suesposte — di richiedere una diecina di chilogrammi delle lamiere in esame e tutto il tempo necessario per ritagliarle, fare i pacchetti etc. etc.

Per quanto a priori poco favorevole ai metodi di prova di materiali magnetici basati sull'impiego di un materiale campione, nel caso particolare, trattandosi di realizzare un metodo senza pretese di esattezza scientifica, mi orientai subito verso un procedimento comparativo come quello dell'Ingermann, cercando solo di ridurre grandemente il tempo e la quantità di lamiere necessarî per la prova. Per questo secondo motivo, risultando assai piccole le potenze in giuoco, era indispensabile ricorrere ad un metodo di misura di grande sensibilità intrinseca, e mi basai perciò su quei metodi di riduzione a zero «*per proiezione*» di cui varie volte ebbi ad occuparmi e più particolarmente in una nota pubblicata sull'*Elettrotecnica*. [2].

3. — Lo schema sommario del metodo definitivamente adottato è rappresentato nella fig. 2. In essa A_c ed A_x rappresentano i due avvolgimenti, identici, di due nuclei magnetici costituiti rispettivamente con le lamiere conosciute e con quelle in esame; a, a sono le due metà della bobina fissa di un elettrodinamometro a riflessione di cui m è la bobina mobile; r_0 r_0 sono due resistenze ohmiche di valore paragonabile alle impedenze dei circuiti A_c A_x, mentre $b\,b$ sono le due metà di una bobina identica a quella fissa dell'elettrodinamometro. Un commutatore, non rappresentato in figura, permette di scambiare rapidamente di posto le $a\,a$ con le $b\,b$ portandosi nelle condizioni indicate sulla destra della figura, mettendo cioè in una seconda fase del procedimento, la bobina fissa dell'elettrodinamometro in serie con le r_0 r_0 anzichè con A_c ed A_x senza modificare le condizioni generali del circuito, che viene alimentato alla tensione V, regolabile.

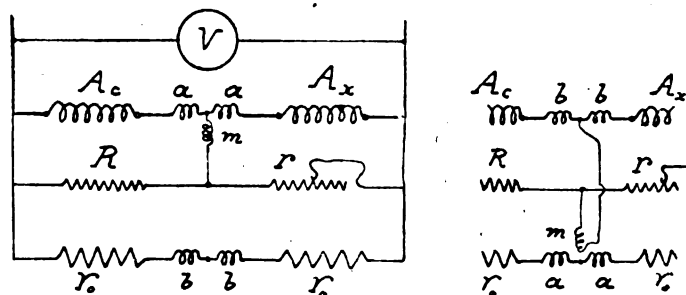



Fig. 2.

In una prima fase della misura, nelle condizioni della parte sinistra della fig. 2, ridotto a zero l'elettrodinamometro regolando la resistenza r (con che si può portare la corrente nella bobina mobile in quadratura con la I che percorre gli avvolgimenti A_c ed A_x), si ha ovviamente (vedasi fig. 3)

$$\frac{r}{R} = \frac{\overline{OM}}{\overline{MN}} = \frac{E_x \cos \varphi_x + (r_x + r_f)\, I}{E_c \cos \varphi_c + (r_c + r_f)\, I}$$

essendo $r_x = r_c = r$ la resistenza ohmica di ciascuno dei due avvolgimenti A, ed r_f la resistenza di una delle bobine fisse a dell'elettrodinamometro. Ponendo $r_t = r_c + r_f$ e moltiplicando sopra e sotto il secondo membro per I si ottiene subito

$$\frac{r}{R} = \frac{P_x + r_t I^2}{P_c + r_t I^2}$$

essendo P_x e P_c rispettivamente la potenza dissipata nelle lamiere dei due apparecchi, e quindi

$$P_x = P_c \frac{r}{R} + \frac{r - R}{R}\, r_t I^2 \qquad (1)$$

Il secondo termine del secondo membro è evidentemente un termine correttivo che si annulla quando i due nuclei hanno uguali perdite ($P_c = P_x$, $r = R$); ma esso può facilmente essere reso sempre trascurabile costruendo i due sistemi $A\,A$ in modo che $r_t\, I^2$ sia piccolo rispetto alle potenze P_c e P_x in giuoco. In tal modo si avrà l'immediato confronto delle perdite nei due nuclei della relazione

$$P_x = P_c \frac{r}{R}$$

[1] E. T. Z., 7 marzo 1912, pag. 231.

[2] *L'Elettrotecnica*, 15 settembre 1915.

che ci darà senz'altro anche la cifra di perdita (Watt per kilogrammo) delle lamiere ignote qualora di esse si prenda un peso uguale a quello delle lamiere note contenute nell'altro apparecchio. Che se i pesi

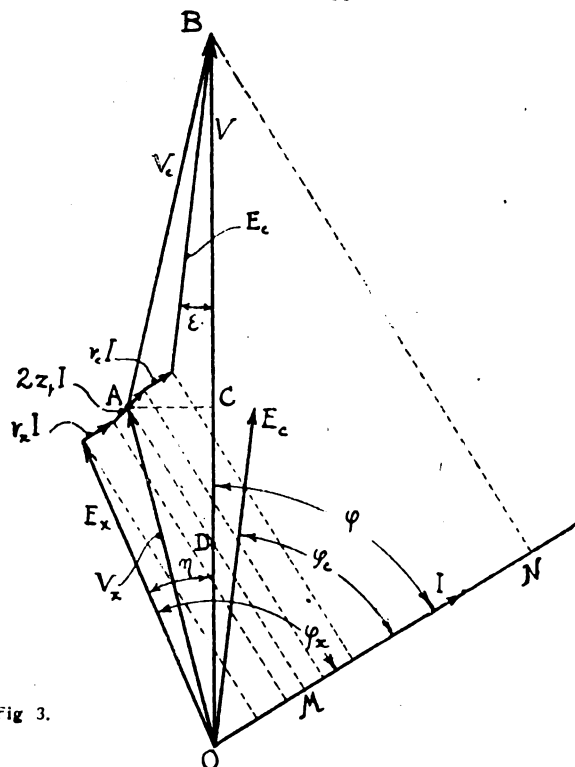



Fig 3.

G_c e G_x dei due pacchetti di lamiere non fossero uguali, la cifra di perdita p_x delle lamiere in esame, detta p_c la cifra di perdita delle lamiere note, sarebbe data semplicemente da:

$$p_x = p_c \frac{G_c}{G_x} \frac{r}{R} \qquad (2)$$

4. — Il problema sarebbe così senz'altro risolto qualora nei due nuclei non solo le sezioni di ferro, ma anche le induzioni fossero uguali. Invece, essendo i due avvolgimenti collegati in serie e quindi percorsi dalla stessa corrente magnetizzante I, se anche le sezioni di ferro fossero uguali, le induzioni B_x e B_c potrebbero risultare in generale più o meno diverse in dipendenza della diversa permeabilità dei due tipi di lamiere in confronto o di una diversa riluttanza nei giunti nei due apparecchi. E' quindi indispensabile determinare i valori delle induzioni nei due sistemi.

Perciò, in una seconda fase, stabilite le connessioni indicate a destra della fig. 2, ossia, come si è detto, portate le bobine fisse dell'elettrodinamometro in serie con le r_0 r_0, in modo che la corrente che le percorre risulti praticamente in fase con la V, ricondotto nuovamente a zero lo strumento con una nuova regolazione della r si avrà (fig. 3):

$$\frac{r'}{R} = \frac{\overline{OC}}{\overline{CB}} = \frac{E_x \cos \eta + I_t(r_t \cos \varphi + x \operatorname{sen} \varphi)}{E_c \cos \varepsilon + I(r_t \cos \varphi + x \operatorname{sen} \varphi)}$$

dove x è la reattanza di ciascuna bobina fissa. Tale reattanza è in pratica del tutto trascurabile, come pure risultano sempre assai piccoli gli angoli η ed ε. Con ciò, tenuto presente che, indicando con n il numero delle spire comune ai due avvolgimenti si ha

$$E_x = 4{,}44\, f\, n\, B_x\, s_x\, 10^{-8} = K B_x s_x$$
$$E_c = 4{,}44\, f\, n\, B_c\, s_c\, 10^{-8} = K B_c s_c$$

risulta praticamente: (s_x s_c, sezioni del ferro)

$$B_x s_x = B_c s_c \frac{r'}{R} + \frac{r_t I \cos \varphi}{K} \left(\frac{r' - R}{R}\right) \qquad (3)$$

Anche qui il secondo termine del secondo membro, che si annulla quando le lamiere sono identiche, può essere sempre reso trascurabile facendo r_t convenientemente piccolo ($\cos \varphi$ è già naturalmente piccolo) cosicchè in pratica la (2) può ridursi semplicemente a

$$B_x = B_c \frac{s_c}{s_x} \frac{r'}{R} = B_c \frac{G_c}{G_x} \frac{r'}{R} \qquad (4)$$

essendo le sezioni dei pacchetti di lamiere proporzionali ai rispettivi pesi.

Quanto al valore dell'induzione B_c nelle lamiere campioni, esso può subito aversi dalla misura della tensione V applicata al circuito. Si ha infatti con analogo ragionamento e con le stesse approssimazioni di calcolo:

$$E_c = K\, B_c\, s_c = \frac{R}{R + r'}$$

ossia:

$$B_c = \frac{V}{K s_c} \frac{R}{R + r'} \qquad (5)$$

Per rendere il procedimento più spedito si può graduare direttamente la scala del voltmetro che misura le tensioni in modo che in corrispondenza a V volt esso porti l'indicazione dell'induzione

$$B = \frac{V}{2 K s_c}$$

dove $K s_c$ è costante, dato che la sezione delle lamiere note rimane sempre la stessa. Con ciò se il Voltmetro indica una certa induzione B, si avrà senz'altro

$$B_c = B \frac{2R}{R + r'} \qquad (6)$$

5. — La fig. 4, nella quale si sono usate le stesse lettere dello schema precedente, mostra la disposizione effettiva dei circuiti. In T

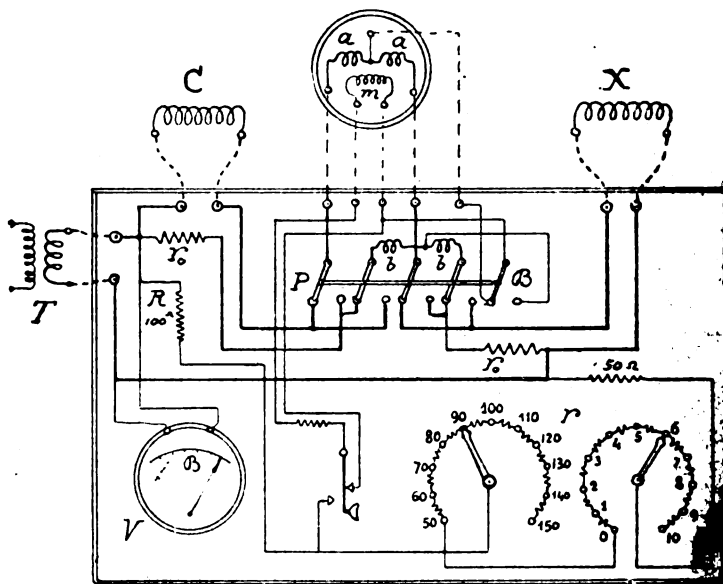



Fig. 4.

è un piccolo trasformatore (della potenza di un centinaio di Volt-Ampere) che dà al secondario la ventina di Volt necessaria per l'alimentazione del circuito. La regolazione della tensione si fa sul primario di detto trasformatore con mezzi ordinarî (reostato sul campo dell'alternatore o variatore ad induzione) non indicati in figura. La resistenza fissa R è di 100 Ω ; la regolabile r è costituita da una resistenza fissa di 50 Ω e da due resistenze a decadi e può essere fatta variare di ohm in ohm da 50 a 160. Il voltmetro V ha la scala graduata in induzione B per la frequenza o le frequenze (per es. 42 e 50) a cui la disposizione è destinata a funzionare. Per l'uso pratico si regola la tensione di alimentazione del sistema in modo che il Voltmetro indichi l'induzione B a cui si vogliono provare le lamiere, quindi col deviatore a cinque poli girato su (P), come in figura, si riduce a zero l'elettrodinamometro regolando la resistenza a decadi e si legge il primo valore r. Portato il deviatore su (B) si fa una nuova riduzione a zero e si legge il nuovo valore r'. Si avrà allora:

$$(7) \quad \left\{ \begin{aligned} B_c &= B \frac{200}{100 + r'} = a \cdot B \\ B_x &= B_c \frac{G_c}{G_x} \frac{r'}{100} = \frac{G_c}{G_x} B \frac{2r'}{100 + r'} = b \cdot B \frac{G_c}{G_x} \end{aligned} \right.$$

Noto B_c si conosce la corrispondente perdita specifica p_c delle lamiere campioni; se G_c e G_x sono i pesi delle lamiere campioni e delle lamiere in esame, la perdita specifica di queste ultime, corrispondente alla induzione trovata B_c, sarà finalmente, come già si è detto:

$$p_x = p_c \frac{G_c}{G_x} \frac{r}{100}$$

Si può così tracciare rapidamente e con buona approssimazione la curva $p = f\,(B)$ delle lamiere in esame entro i limiti in cui si conosce la corrispondente curva per le lamiere campioni.

I pochi e semplici calcoli necessarî possono naturalmente facilitarsi ancora di più ricorrendo a qualche abbaco o a qualche curva. Particolarmente utili possono riuscire le curve della fig. 5 che danno i valori delle costanti $a = \frac{200}{100 + r'}$, e $b = \frac{2r'}{100 + r'}$, della formula (7). Ma dato lo scopo del tutto industriale del metodo, e dato l'andamen-

to di tali curve, si può in generale ragionare molto semplicemente sulle percentuali, tenendo presente che le induzioni B_x e B_c stanno nel rapporto di r' a 100 e che l'indicazione B del Voltmetro è sempre la media dei due valori B_x e B_c. Così per esempio, indicando il Voltmetro un'induzione $B = 10\,000$ si legga, nella prima fase $r = 120$

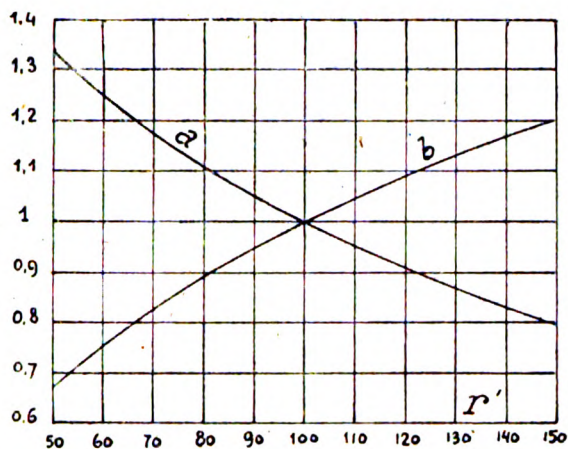



Fig. 5.

e nella seconda, $r' = 110$. Si potrà senz'altro ritenere che l'induzione B_x nelle lamiere in esame sia del 5% superiore, quella B_c nelle lamiere campioni del 5% inferiore al valore segnato dal Voltmetro. Sarà in altre parole: $B_x = 10\,500$, $B_c = 9500$. E se la cifra di perdita delle lamiere campioni è di 3,2 Watt (a $B = 9500$) quella delle lamiere in esame, che è del 20% superiore ($r = 120$) risulterà di 3,84 a $B = 10\,500$. Si suppone qui che i pesi dei due pacchetti di lamiere siano uguali.

6. — Ma il procedimento si « industrializza » ulteriormente quando si tratti di controllare un gran numero di campioni di lamiere che presumibilmente dovrebbero avere tutti le medesime caratteristiche. Riesce in tal caso facile di prendere dei singoli campioni quel numero di lamiere necessario per ottenere sempre con buona approssimazione lo stesso peso di ferro e quindi la stessa sezione che si ha nell'apparecchio campione. In queste condizioni, dato che i giunti sono fatti sempre nello stesso modo e la loro riluttanza non può quindi sensibilmente variare, le eventuali differenze nelle induzioni B riscontrate nella seconda fase della misura dovrebbero dipendere solo da effettiva differenza nella permeabilità del materiale. Si potrà allora stabilire di ritenere accettabili tutti quei campioni per cui r ed r' rimangano compresi per es. fra 90 e 110 ohm. La prova potrà allora ridursi quasi manuale disponendo due arresti sulla resistenza regolabile r in modo che essa possa essere variata soltanto entro tali limiti. Tutti i campioni per i quali saranno, in tali condizioni, possibili le due riduzioni a zero dell'elettrodinamometro, saranno dichiarati accettabili, quelli per cui le due riduzioni a zero non risultano possibili verranno messi da parte e sottoposti poi eventualmente ad una nuova prova ad opera di un personale tecnico, il quale tracciata sommariamente la curva caratteristica potrà giudicare se e come il materiale possa essere utilizzato.

Ovviamente per questa forma di prova industriale sarà necessario avere più di un apparecchio campione: normalmente ne occorreranno per lo meno due; uno con lamiere normali per dinamo, l'altro con lamiere legate.

7. — Come già detto, per poter industrializzare così la prova delle lamiere era indispensabile ridurre enormemente le quantità di materiale necessario. La grande sensibilità del metodo ha consentito di ottenere ancora dei risultati soddisfacenti *con meno di* 100 *grammi* di lamiera per ogni apparecchio. Tuttavia per poter più facilmente rendere trascurabile le correzioni e per ragioni di praticità si è finito col l'adottare definitivamente un peso di lamiere di circa 350 grammi. Le lamiere vengono tracciate in forma di L nelle dimensioni di $22 \times 8 \times 2$ cm., in modo che da un foglio di 50×50 cm si possono ricavare i 24 pezzi necessarii alla costituzione del circuito magnetico.

I pezzi ad L vengono introdotti facilmente nelle due bobine parallele alternativamente in modo da costituire un nucleo rettangolare a giunti sfalsati e fissati con morsetti di legno e ottone. L'avvolgimento conta circa 500 spire di 4 mm², con una resistenza ohmica risultante di circa 0,23 ohm. La corrente necessaria per raggiungere un'induzione di 14 ÷ 15 mila unità, risulta dell'ordine di 0,6 Amp. con una tensione totale di 24 Volt (12 per apparecchio). La potenza dissipata nei nuclei è dell'ordine di 0,8 a 1,6 Watt, a seconda del tipo delle lamiere, e in tali condizioni, tenuto conto della resistenza delle bobine fosse dell'elettrodinamometro, ed ammesso anche uno squilibrio del 25% (r ed r' compresi fra 75 e 125 ohm) il termine correttivo $r_t I^2 \frac{r'-R}{R}$ non giunge al 4,5% della potenza in giuoco, mentre nella 2ª fase, l'analogo termine $r_t I \cos\varphi \left(\frac{r'-R}{R}\right)$ non supera l'1% della tensione applicata.

La fig. 6 dà l'idea completa della disposizione, con elettrodinanometro a riflessione, quale fu dapprima impiegato. Si è visto poi che con i 350 ÷ 400 grammi di lamiere impiegati, può risultare sufficiente

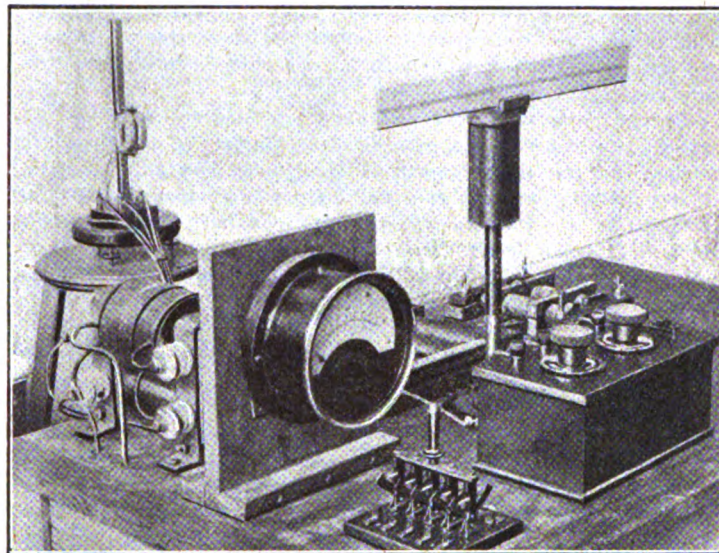



Fig. 6.

l'impiego di un elettrodinamometro ad indice del tipo altra volta descritto [3] e la fig. 7, mostra appunto una disposizione completa con elettrodinamometro da tavolo. In essa si vedono bene, a sinistra, le due bobine parallele che contengono le lamiere assunte come campioni.

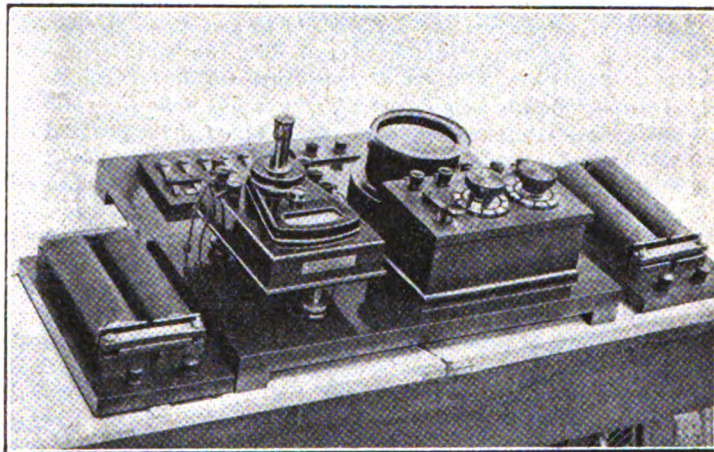



Fig. 7.

8. — Le prove pratiche eseguite hanno pienamente confermate le previsioni, talchè il metodo descritto sembra risolvere bene il problema proposto nel senso che permette buoni risultati pur richiedendo solamente 0,25 mq e circa 350 grammi della lamiera da provare. L'introduzione delle striscie di lamiera nell'apparecchio e il rilievo completo dei 5 ÷ 6 punti necessarî al tracciamento della curva $p = f(B)$ non richiedono che pochi minuti. Qualora poi si voglia semplicemente scegliere in un gran numero di campioni di lamiere quelli che, per le loro proprietà magnetiche, non si scostano oltre un certo limite da una lamiera assunta come tipo, il metodo può essere completamente industrializzato e reso quasi manuale.

Sento il dovere di ringraziare vivamente l'Ing. Francesco Correggiari che nei lunghi e spesso laboriosi tentativi sperimentali è stato per me un vero collaboratore più che un aiuto; ed il Sig. Rossi, meccanico dell'Istituzione elettrotecnica C. Erba, che ha abilmente ed ingegnosamente costruiti i diversi apparecchi successivamente esperimentati. L'apparecchio completo rappresentato nella fig. 7, fu costruito dalla Ditta Allocchio e Bacchini.

---

[3] Vedasi articolo citato, *L'Elettrotecnica*, 15 settembre 1915.

LETTERE ALLA REDAZIONE

Il problema dei bacini di decantazione.

Riceviamo e pubblichiamo:

In un articolo apparso con questo titolo [1], *l'ing. Rodio ha dato qualche spunto della mia Nota* [2] *sul «Consumo delle turbine idrauliche, sue conseguenze e mezzi per porvi riparo». E' per puro caso che, molto tempo dopo la sua pubblicazione, io ne ho avuta conoscenza.*

Benchè dalla mia Nota egli abbia avuto descrizione con disegni di parecchi dei miei tipi di dissabbiatori, ed un riassunto completo dei risultati ottenuti, il Sig. Rodio non ha riprodotto nel suo articolo che uno solo dei disegni, accompagnandolo con considerazioni che sono dolente di dover segnalare come inesatte e mancanti di imparzialità. Desidererei che mi sia permesso di rettificare e completare qui le indicazioni del Sig. Rodio sul sistema di dissabbiatore alla cui elaborazione e perfezionamento io ho dedicato lunghi anni di lavoro. Desiderando essere breve, mi permetterò, per i dettagli, di rimandare i lettori alle pubblicazioni citate.

La figura 8 dell'articolo del Sig. Rodio è una riproduzione, incompleta in alcuni dettagli, del dissabbiatore dell'Ackersand, tutto differente da quello di Florida-Alta (Chilì).

Non è esatto dire che io abbia riconosciuta l'inutilità delle pareti-guide trasversali mobili, e che le abbia abbandonate. Tutti i dissabbiatori del mio sistema, muniti di questi organi, e di cui due sono descritti nella mia Nota, hanno dato risultati eccellenti. Ecco, a titolo d'esempio, l'estratto di un recente rapporto della Società proprietaria della Centrale di Florida-Alta (Portata 20 m³/sec, caduta m 98, 5 turbine da 4000 HP).

«Sulla base delle esperienze e delle proposte del Sig. Dufour, la Direzione si è decisa nel 1912 a trasformare dapprima un bacino; essendosi ottenuto un risultato soddisfacentissimo, fu subito cominciata la trasformazione del secondo bacino. Come prova del sorprendente risultato ottenuto, si può dire che agli inizi dell'impianto, dopo circa 2000 ore di funzionamento, le turbine dovevano essere rinnovate completamente (ricambio delle pale direttrici delle ruote motrici, dei perni, delle pareti del distributore, ecc.) e veniva ad essere messa in dubbio la lunga durata dell'intera macchina. Attualmente soltanto dopo 7 - 8000 ore di funzionamento le turbine debbono subire una revisione, senza riparazione generale e senza aver sofferto guasti improvvisi e gravi come prima. Benchè le spese della trasformazione del dissabbiatore, la quale ebbe luogo senza interrompere il funzionamento della centrale, siano state rilevanti, le economie sul materiale, le spese di mano d'opera e salari in seguito alla semplificazione ed alla maggior sicurezza del servizio, hanno provato che in questo caso esse erano pienamente giustificate. Sinora i dissabbiatori funzionano con nostra completa soddisfazione, senza domandare che scarsa sorveglianza e poca manutenzione».

La modificazione del dissabbiatore dell'Ackersand è consistita non in un ingrandimento nel vero senso della parola, ma nella installazione di griglie di tranquillizzazione, e del dispositivo di spurgo automatico continuo.

Quando, in seguito alla grande velocità ed ai vortici le alluvioni sono intimamente mescolate coll'acqua, come si è constatato con numerosi prelevamenti nei canali, all'uscita del dissabbiatore dell'Ackersand, la quantità e la composizione delle alluvioni trasportate dall'acqua, possono essere ben determinate. I risultati dei saggi dati nella mia Nota, e riprodotti dal sig. Rodio sono dunque esatti, come ci si può del resto convincere ancora oggi, ripetendo l'esperienza.

Per determinare l'efficacia di un dissabbiatore a spurgo continuo come quello dell'Ackersand, il metodo adottato è il migliore, perchè è esatto e dà la vera efficacia dell'opera, la quale può essere controllata, ciò che è molto importante, in ogni momento, e specialmente nelle acque crude.

La modificazione del dissabbiatore dell'Ackersand è stata eseguita sui miei disegni da operai del luogo, quindi la complicazione di cui parla il sig. Rodio è tutta relativa.

Il sig. Rodio dice con ragione che il vantaggio principale di questo dissabbiatore è il suo spurgo automatico e continuo, ma egli aggiunge a torto che questo vantaggio del resto è comune al sistema Büchi; quest'ultima asserzione è contraria alla verità, e mi fa supporre che il sig. Rodio non abbia compreso il funzionamento automatico e continuo dello spurgo, come è spiegato nella mia Nota.

Se si esamina la figura 9 dell'articolo del sig. Rodio, si vede, ciò che corrisponde alla realtà, che le alluvioni eliminate dall'acqua si depositano sul fondo del bacino. Aumentando d'altezza, questo deposito fa aumentare la velocità dell'acqua e finirebbe per annullare la decantazione se il guardiano non intervenisse per vuotare il bacino e lavare il deposito mediante ciò che vien chiamato una «cacciata». Per «spurgo automatico e continuo» secondo il sig. Rodio, bisogna intendere che, la saracinesca d'entrata essendo leggermente aperta, quella di spurgo completamente, il deposito di sabbia finisce per essere lavato via senza l'intervento di un guardiano.

Nel suo fascicolo-réclame, il sig. Büchi stesso dice che per eliminare i depositi bisogna vuotare e spurgare i bacini periodicamente.

Il sistema di dissabbiatore che io ho l'onore di preconizzare, di cui un tipo è rappresentato dalla figura 8 dell'articolo del sig. Rodio, rende possibile l'evacuazione automatica e continua delle alluvioni eliminate, nel senso più completo della parola: eccone il funzionamento.

L'acqua da dissabbiare arriva dalla galleria d'arrivo secondo la freccia indicata a destra della fig. 8, trascinando l'alluvione sul fondo od in sospensione. Grazie alle griglie di tranquillizzazione, ed al timone, l'acqua è divisa in parti eguali nei due canali di decantazione, nei quali essa passa lentamente depositando a poco a poco le alluvioni, le quali scivolano sui fianchi inclinati del fondo giungendo automaticamente, attraverso gli orifici di passaggio dell'organo ricevitore, nel canale di spurgo, pieno d'acqua in movimento, da cui esse vengono trasportate al fiume in modo continuo, da una certa quantità d'acqua di spurgo.

In grazie a questo dispositivo di spurgo semplice e robusto, non si hanno mai depositi nei canali o bacini di decantazione, i quali non hanno quindi bisogno di essere sorvegliati e vuotati dal guardiano. Siccome d'altra parte la velocità dell'acqua nei canali o bacini rimane costante ed uniforme, l'efficacia della decantazione rimane invariabilmente nel suo massimo; essa è cioè indipendente dalla quantità d'alluvione trasportata dall'acqua, dalla sorveglianza e dal lavoro del guardiano.

Questi vantaggi importantissimi che il sig. Rodio non ha rilevati non vengono ottenuti da alcun altro tipo di dissabbiatore sinora conosciuto.

Paragonando i risultati dell'efficacia dei dissabbiatori descritti dal sig. Rodio, si deve tener presente che quelli dati sul sistema Büchi sono dei massimi, mai raggiunti nel funzionamento, a causa dei depositi sul fondo dei bacini, e dei bacini che occorre vuotare per l'evacuazione di questi depositi, mentre quelli dati sul sistema Dufour rimangono sempre automaticamente invariabili.

Si comprenderà tutta l'importanza dello spurgo automatico e continuo del sistema Dufour notando che il dissabbiatore di Florida Alta separa ed evacua sino a 3456 m³ e più di sabbia giornalmente, e che all'Ackersand l'evacuazione esattamente controllata durante l'estate 1919 ha dato: massimo orario 23,7 m³; giornaliero 252 ed anche 370 m³ ed in totale nel periodo dal 1° giugno al 1° ottobre: 4303 m³ cioè una media giornaliera sorpassante i 35 m³ di alluvione, di cui la densità fittizia media era di 1,86.

Queste cifre non hanno nulla d'eccezionale, poichè, secondo le indicazioni del sig. Rodio, certi corsi d'acqua in Italia ed in Svizzera trascinano ancor più alluvioni che quelli su cui sono installati i miei dissabbiatori.

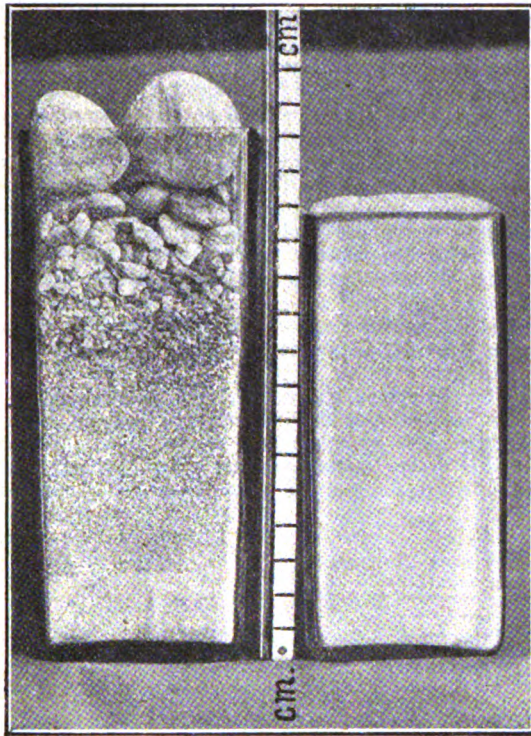
Meglio delle cifre, la fotografia unita, fig. 1, tolta dalla mia Nota, illustrerà l'efficacia del dissabbiatore dell'Ackersand durante l'estate 1919. Non aggiungerò nulla agli eccellenti risultati pratici che questo dissabbiatore ha procurato al funzionamento delle turbine, già citati dal sig. Rodio a pag. 471 del suo articolo. Mi limiterò a rispondere ancora alle obbiezioni che egli emette a pag. 475.

L'organo ricevitore, situato tra il bacino ed il canale di spurgo è costruito in modo da non provocare alcuna perturbazione nè al movimento dell'acqua, nè alla decantazione, che, all'Ackersand era tanto buona quanto avrebbe potuto essere teoricamente. I sette dissabbiatori del mio sistema messi in servizio a tutt'oggi, non hanno dato luogo ad alcun reclamo per ostruzioni agli orifici di spurgo. Il dissabbiatore dell'Ackersand, che io ho potuto seguire da vicino, ha funzionato due estati (1919 e 1920) senza la minima

[1] *L'Elettrotecnica* del 15 Novembre 1920, pag. 471 a 478.

[2] Questa nota è apparsa dapprima nel *Bollettino Tecnico* della Svizzera Romanda a Losanna; è stata quindi riprodotta dalla Rivista francese *La Houille Blanche*, gennaio-giugno 1921 e pubblicata in fascicolo separato dalla Libreria J. Ruy, Grande Rue 23, Grenoble.

traccia di ostruzione. Ho mostrato in quanto precede che nei miei dissabbiatori non si hanno depositi di alluvione, perciò, a parità di volume dei bacini, la loro efficacia sarà maggiore di quella dei dissabbiatori in cui si ha formazione di depositi. In conseguenza,

DISSABBIATORE DELL'OFFICINA «ACHERSAND» - Sistema H. DUFOUR

Campioni di alluvioni

dell'acqua di spurgo con 30-40 m/m di diametro massimo. | dell'acqua delle turbine con 0,4 m/m di diametro massimo.

a parità di efficacia, il volume e la profondità dei dissabbiatori del mio sistema potranno essere, contrariamente a quanto crede il Sig. Rodio, minori di quelli del sistema che egli preconizza.

Pure contrariamente alla conclusione dell'articolo del sig. Rodio, io ritengo che il valore pratico dei risultati che egli dà sull'efficacia del dissabbiatore Büchi non può essere che inferiore a quella che sembra a prima vista. Per contro mi sembra logico che il sistema di dissabbiatore Dufour, i cui bacini sono di dimensioni ridotte, e di costruzione semplice, di cui il volume attivo dei bacini non viene diminuito nè dai depositi d'alluvione, nè dai vuotamenti periodici, e nei quali l'evacuazione di quantità sovente considerevoli di alluvione eliminata, ha luogo automaticamente, avrà la maggiore efficacia pratica, con minori spese di costruzione e di esercizio.

Come molte altre innovazioni, il sistema di dissabbiamento a spurgo automatico e continuo ha incontrato scettici ed avversari I buoni e sorprendenti risultati che questo sistema ha dato in casi dove altri sistemi non erano riusciti hanno convertito gli stessi avversari in difensori convinti, ed hanno persuaso numerosi proprietari di turbine a portarvi la propria attenzione.

A tutt'oggi è stato adottato in 10 impianti con portate sino a 30 m³/sec e cadute sino a 1100 m.

Se queste righe riuscissero a far conoscere ai lettori dell'«Elettrotecnica» l'esistenza ed il valore di questo sistema di dissabbiatore, per il quale è stata presentata domanda di brevetto in Italia, esse avranno raggiunto il loro scopo.

HENRI DUFOUR - Basilea.

SUNTI E SOMMARI

APPARECCHI DI PROTEZIONE.

R. BAILEY — **Prove e verifiche sui relais.** (Elec. World, 9 aprile 1921, pag. 809.

La funzione di protezione che in ogni impianto elettrico è affidata ai relais è così importante che è necessario prima di montare in posto tali apparecchi, garantirsi del loro perfetto funzionamento e dopo montati, mantenerli sotto una periodica sorveglianza. L'autore descrive i metodi seguiti a questo proposito dalla Philadelphia Electric Company.

Occorre anzitutto esaminare accuratamente il relais per assicurarsi che tutte le sue parti sieno in buone condizioni. In modo speciale vanno osservati i contatti che devono essere ben puliti e di forma adatta per realizzare un buon contatto. Le condizioni di isolamento si verificano con prove di tensione e l'autore consiglia come la più conveniente nella maggior parte dei casi una tensione di circa 1000 Volt.

I relais di massima corrente ad azione differita devono essere verificati al minimo valore della corrente di regime con diversi gradi di ritardo; ed è bene anche verificare come varia il tempo di operazione del relais per intensità diverse della corrente.

Pei relais di ritorno di corrente, oltre all'ispezione generale necessaria per tutti i relais, occorre assicurarsi che siano atti ad agire anche per fattori potenza assai bassi e con piccole tensioni (in molti casi 1 Volt). Per queste verifiche occorre usare correnti di intensità dell'ordine di quelle che potranno attraversare il relais nel caso di un corto circuito. Con prove sotto carico, ci si assicurerà che il contatto rimanga nella voluta posizione quando la corrente ha la direzione normale di regime, e nella posizione opposta quando la corrente si inverte.

I relais differenziali a due avvolgimenti oltre all'ispezione generale devono venire verificati con la corrente di regime. Il rapporto delle spire delle due bobine di ciascun relais deve pure essere verificato.

Nei tipi di relais in cui la corrente di scatto viene condotta a un contatto mobile per mezzo di molle o di lamine flessibili, è consigliabile di provare il relais facendo passare per breve tempo una corrente d'intensità superiore a quella normale di carico, allo scopo di verificare che tutti i contatti, le saldature ecc. sieno in buone condizioni.

Quando si abbiano disponibili diversi relais di uno stesso tipo, l'autore raccomanda di scegliere accuratamente quelli più adatti, caso per caso, alle condizioni specifiche dell'istallazione. L'autore raccomanda specialmente le seguenti prove, come utili in molti casi.

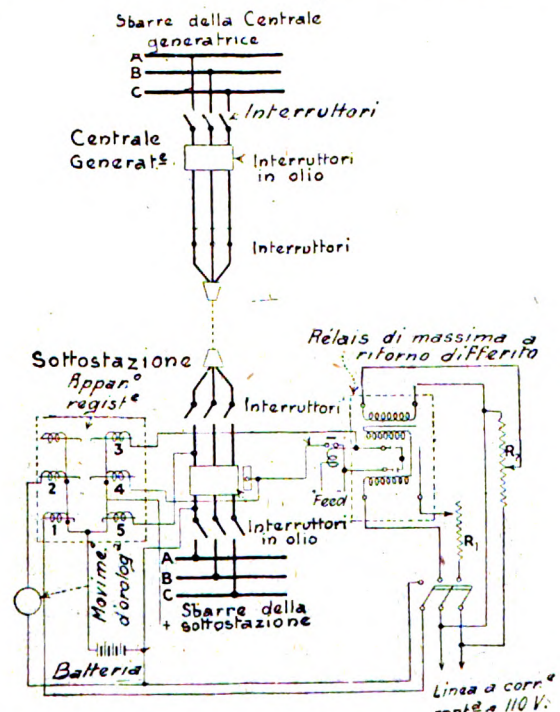



Fig. 1. — Connessioni fra i relais e l'apparecchio registratore per determinare l'azione selettica dei relais.

E' consigliabile anzitutto determinare la precisione del relais, ossia l'uniformità della sua azione. Questa si determina facendolo agire molte volte e osservando le variazioni nella corrente che produce lo scatto e nel tempo impiegato.

E' utile inoltre tracciare le curve caratteristiche dei relais, poichè, i vari tipi di relais hanno curve di forma diversa. Perciò può accadere, ad esempio, che due relais da installarsi ai due capi di un feeder abbiano un opportuno ritardo relativo di azione quando vengono provati con correnti di esperimento, ma che tale ritardo scompaia interamente con forti correnti di corto circuito.

I relais di massima, vanno provati molte volte con intensità di corrente pari a quelle prodotte da un netto corto circuito. In tal modo gli eventuali punti difettosi si riveleranno senza dubbio.

Il disco di un relais di massima a induzione, non ritorna immediatamente alla posizione iniziale se non nel caso in cui la corrente che

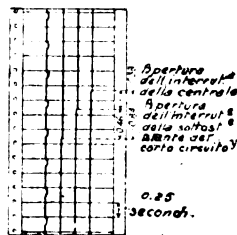



Fig. 2. — Grafico ottenuto col dispositivo di fig. 1.

lo ha spostato sia stata bruscamente ridotta a zero. Ma se l'eccesso di corrente non è stato abbastanza forte per far scattare il relais ed aprire il circuito, il disco ritorna al suo posto lentamente. Così che se interviene un nuovo eccesso di corrente quando il disco è ancora spostato, il relais agirà in un tempo minore di quello per cui è regolato. E' opportuno perciò esaminare come si comporta ogni relais sotto questo punto di vista.

Notevole importanza deve pure essere attribuita, alla semplicità e robustezza meccanica della costruzione. Si deve inoltre richiedere che il relais sia protetto in modo che una persona non autorizzata non possa eventualmente cambiarne la messa a punto con troppa facilità, e che i contatti non possano venire chiusi per una causa accidentale. Il relais deve poi essere rigorosamente protetto dalla polvere.

Dopo le prove preliminari di cui si è detto il relais può essere messo in opera, ma deve essere nuovamente verificato dopo l'installazione per verificare che non sia stato danneggiato e che le connessioni sieno state eseguite nel modo esatto.

Molte volte è opportuno, di verificare una installazione completa di relais alle due estremità di un feeder per garantirsi che l'azione selettiva che si vuol ottenere si verifichi.

La fig. 1 mostra lo schema per una verifica di questo genere. I relais alle due estremità del feeder vengono azionati contemporaneamente da una corrente dell'intensità voluta, che può essere se si crede opportuno, quella calcolata per una corrente di corto circuito.

Il reostato R_1 regola la corrente nei relais. Il reostato R_2 serve a produrre una tensione ridotta nella bobina di tensione del relais di ritorno, allo scopo di studiare il suo modo di comportarsi sotto condizioni del tutto analoghe a quelle di un corto circuito. Il tempo richiesto per l'apertura dei contatti dell'interruttore in olio è registrato su un nastro di carta per mezzo di un meccanismo elettromagnetico. Una punta scrivente è mossa ogni mezzo secondo da un movimento d'orologeria; una seconda punta si sposta quando la corrente di corto circuito viene applicata ai relais, una terza e una quarta punta si spostano rispettivamente quando si apre l'interruttore della sottostazione e quello della centrale.

La fig. 2 mostra una di tali registrazioni; si rende in tal modo evidente il tempo intercorso fra l'istante del corto circuito e l'apertura dei due interruttori, e l'intervallo fra l'apertura degli interruttori ai due estremi del cavo.

Lo schema di fig. 3 serve quando occorra determinare i tempi relativi di azione dei vari elementi di una installazione in una stazione.

Il diagramma che viene tracciato in questo caso dal registratore mette in evidenza il tempo fra l'istante del corto circuito, la chiusura del relais primario, la chiusura del relais ausiliario e l'apertura dell'interruttore. In queste prove oltre a comunicare al relais di ritorno una tensione ridotta, si impiega pure un basso fattore di potenza per accertarsi che il relais agisca soddisfacentemente anche in queste condizioni.

Con leggere modificazioni lo schema di fig. 3 serve anche a determinare se il relais di ritorno si chiude in ogni caso prima del relais di massima.

L'autore raccomanda che nelle grandi installazioni la sorveglianza dei relais sia resa periodica e fatta con metodo. Ogni due settimane dovrebbe essere compiuta una revisione e una prova; è consigliabile servirsi di un trasformatore munito di soneria che può essere appositamente preparato, montato opportunamente in una cassetta. Con tali prove si verifica facilmente se i relais agiscono quando vengano percorsi da corrente, e se producono lo scatto degli interruttori.

La messa a punto dei relais di massima, differenti, e la verifica a bassa tensione dei relais di ritorno deve essere compiuta almeno una volta all'anno.

Secondo l'autore è assai consigliabile che un personale direttivo apposito sia applicato esclusivamente alla sorveglianza dei relais assumendone l'intera responsabilità.

R. S. N.

Fig. 3. — Connessioni per determinare i tempi relativi d'azione, dei diversi elementi di una installazione.

* *

ELETTROTECNICA GENERALE.

I. FISCHER-HINNEN — **Le più importanti equazioni differenziali dell'Elettrotecnica e della Meccanica.** (Schweizerische Technikerzeitung, 1920, N. 40-43).

L'Autore premette alcune considerazioni sulla necessità per tutti i tecnici di conoscere le equazioni differenziali; ed osservando che lo studio delle opere speciali di matematica per la loro mole e le loro finalità, sarebbe faticoso e non a tutti per varie ragioni accessibile, espone un breve riassunto delle equazioni, con i relativi esempi, che più frequentemente s'incontrano nella tecnica.

Tratta per primo delle equazioni differenziali di primo ordine, ne mostra i metodi di soluzione e li applica ad esempi tratti principalmente dall'elettrotecnica.

(1) $$\frac{dy}{dx} + ay = 0$$

dove a è una costante.

Esempio: In un circuito elettrico di resistenza r e di autoinduzione L agisce una f. e. m. costante che si può improvvisamente escludere: quale è l'andamento della corrente?

(2) $$\frac{dy}{dx} + ay = b$$

dove a e b sono costanti.

Esempio I°). Si definisca l'andamento della corrente in un circuito con resistenza ohmica r ed autoinduzione L quando esso venga chiuso su una f. e. m. costante E.

Esempio II°). Ad un circuito formato da una resistenza ohmica r e di un condensatore C viene applicata una f. e. m. costante E. Quale andamento ha la corrente di carica?

Esempio III°). Nella trasformazione dell'energia elettrica in calore, una parte del calore sviluppantesi viene immagazzinata nei vari elementi del circuito ed il rimanente trasmesso al mezzo circostante.

Essendo:

W l'intero calore sviluppato in 1ˢ, espresso in Watt;
S il peso dei corpi componenti il circuito;
C il loro calore specifico calcolato in Joule;
O la superficie refrigerante in cm²;
λ il coefficiente di trasmissione termica superficiale;
T l'incremento di temperatura su quella dell'ambiente;
X il tempo in secondi.

Nel tempo dt sarà:

$G c dT$, il calore immagazzinato nel corpo
$T O \lambda \, dt$, il calore trasmesso all'aria
$W dt$, il calore totale sviluppato.

Tra queste grandezze esiste la relazione,

$$G c dT + T O \lambda \, dt = W dt$$
$$\frac{dT}{dt} + T \frac{O\lambda}{GC} + \frac{W}{GC} = 0$$

Da questa equazione l'A. trae interessanti deduzioni e per mezzo di essa risolve vari problemi, alcuni dei quali sono riportati nell'articolo sopracitato e altri si trovano nello studio dello stesso autore «Il riscaldamento nelle macchine e nei trasformatori» (L'*Elettrotecnica* N. 21 - 25 luglio 1919, pag. 443).

(3) $$\frac{dy}{dx} + Ay = B$$

dove A e B rappresentano funzioni qualsiasi della x. Per la soluzione di questa equazione in luogo dei classici procedimenti di Bernoulli, Lagrange e Lasalle, l'A. adopera un suo metodo qui appresso riportato.

Moltiplichiamo dapprima ambedue i membri per dx e per una certa funzione ν della x; si avrà

$$\nu dy + A\nu \, dx = \nu B \, dx$$

Si determini ν in modo che sia:

$$d\nu = A \nu \, dx$$

allora l'equazione diviene:

$$\nu \, dy + y d\nu = d(\nu y) = \nu B \, dx$$

e integrando ambedue i membri e dividendoli per ν:

$$y = \frac{1}{\nu}\left(\int \nu B \, dx + k\right)$$

La condizione cui ν deve soddisfare, può anche porsi sotto la forma:

$$\frac{d\nu}{\nu} = A \, dx$$

$$\log \nu = \int A \, dx; \quad \nu = \varepsilon^{\int A \, dx}$$

e sostituendo questo valore di ν, avremo

$$y = \varepsilon^{-\int A \, dx} \int \varepsilon^{\int A \, dx} \cdot B \, dx + k \, \varepsilon^{-\int A \, dx}$$

Esempio I°). Ad un circuito di resistenza r e di autoinduzione L, è applicata una f. e. m. $e = E \operatorname{sen} \omega t$.

Qual'è l'andamento della corrente nel periodo iniziale?

Equazioni differenziali del 2° ordine.

(4) $$\frac{dy^2}{dx^2} + a\frac{dy}{dx} + by = 0$$

L'A. risolve questa equazione e svolge la nota discussione circa i due casi principali (fenomeno aperiodico o periodico): la applica poi al moto di un pendolo, e alle oscillazioni dell'equipaggio mobile di un galvanometro balistico

(5) $$\frac{dy^2}{dx^2} + a\frac{dy}{dx} + by = c$$

dove a, b, c sono costanti: ponendo

$$aY = d\gamma; \; y - \frac{c}{b} = Y; \; d^2y = a^2Y,$$

l'equazione si trasforma così:

$$\frac{a^2Y}{dx} + a\frac{aY}{dx} + bY = 0$$

identica alla IVª.

1° *Esempio*: In una valvola a scatto, sollevata cioè da una camma e che ritorna indietro per l'azione di una molla, si vuol conoscere il tempo che trascorre tra l'istante in cui l'asta passa sul colmo della camma, e l'istante in cui la valvola torna a poggiare sulla sua sede, ossia il tempo impiegato nella corsa di chiusura.

Sia G il peso della parte mobile in kg,
y_0 l'accorciamento iniziale della molla (ossia l'accorciamento della molla nella posizione di valvola chiusa)
y la corsa della valvola (vedi fig. 1)
μ un coefficiente dipendente dall'attrito
p la forza che si deve applicare alla molla per provocare 1 mm di accorciamento
t il tempo in secondi contato dal momento in cui la valvola diventa libera (dalla camma).

Si ha l'equazione:

$$\frac{G}{9{,}81}\frac{dy^2}{dt^2} + \mu\frac{dy}{dt} + p(y_0 + y) + G = 0$$

2° *Esempio*: Teoria dei circuiti di scarica per l'accensione dei motori a scoppio.

(6) $$\frac{dy^2}{dx^2} + a\frac{dy}{dx} + by = u;$$

dove a e b sono costanti ed u è una funzione qualunque della x. Per la soluzione della VIª, l'A. tralascia i procedimenti di Lagrange e di Laplace ed espone un altro metodo leggermente diverso.

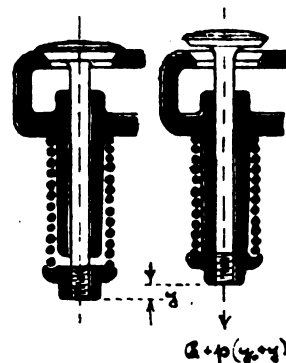



Fig. 1.

Tale metodo consiste nel ridurre anzitutto l'equazione di II° ordine ad una di I° ordine.

Si ponga $a = \alpha + \beta$, e quindi

$$\left(\frac{a_2 y}{dx^2} + \alpha\frac{dy}{dx}\right) + \left(\beta\frac{dy}{dx} + by\right) = \mu;$$

sia inoltre:

$$\beta\frac{dy}{dx} + by = \nu$$

(ν = nuova funzione di x) e differenziando e dividendo per β

$$\frac{d^2y}{dx^2} + \frac{b}{\beta}\frac{dy}{dx} = \frac{d\nu}{\beta \, dx}$$

Se scegliamo β in modo che sia $\frac{b}{\beta} = a$, si ottiene

$$\frac{d\nu}{\beta \, dx} + \nu = \mu$$

il cui integrale è

$$\nu = \varepsilon^{-\beta x} \int \varepsilon^{\beta x} \beta \mu \, dx$$

Questa soluzione sostituita nella relazione che definisce ν ci dà modo di calcolare y. L'equazione

$$\frac{b}{\beta} = \alpha = a - \beta$$

cioè

$$\beta^2 - a\,\beta + b = 0 \text{ serve a calcolare } \beta.$$

Un caso particolare assai frequente è quello rappresentato dalla seguente equazione

$$\frac{dy^2}{dx^2} + a\,\frac{dy}{dx} + by = c \text{ sen } \omega\, x.$$

L'A. risolve questa equazione trovando innanzi tutto un integrale particolare di essa del tipo $y = m$ sen $(\omega\, x - n)$. Un'altra funzione integrale è data dall'integrale generale della equazione omogenea che si ottiene, facendo eguale allo zero il secondo membro della VII[a]; la somma di queste due funzioni rappresenta l'integrale generale della funzione data.

Esempio I°. — In un circuito contenente resistenza R, autoinduzione L e capacità C agisce una f. e. m. $e = E$ sen $\omega\, t$.

Ricerca del valore dell'intensità della corrente di regime, del tempo dopo il quale essa praticamente si stabilisce.

Esempio II° — Applicazione delle formule trovate al caso della inserzione in circuito di un trasformatore da 1000 kW per 20 000 V, 50 A, 50 periodi col secondario attaccato su una rete di cavi a vuoto.

M. Pa.

* *

MISURE: METODI ED ISTRUMENTI.

THOMAS SPOONER — **Determinazione delle perdite nel ferro nei lamierini.** (Electrical World 8 gennaio 1921, pag. 91).

L'autore descrive un metodo per la determinazione delle perdite per isteresi e per correnti parassite nei lamierini di ferro usati nelle costruzioni elettromeccaniche. Il metodo è presentato sotto due modificazioni: una più esatta da usarsi in laboratori di precisione e una più semplice ma di sufficente approssimazione da usarsi specialmente per lavori correnti di riparazioni o sostituzioni parziali di parti laminate di apparecchi.

Il metodo più comunemente usato è quello di Epstein. Il materiale da provare è tagliato in strisce, che vengono raggruppate in 4 pacchi uguali coi quali si forma una armatura quadrata di un piccolo trasformatore: l'avvolgimento primario di esso viene collegato in serie colla bobina amperometrica di un wattmetro, e con una sorgente di corrente alternata; invece l'avvolgimento secondario è in serie con il circuito voltmetrico del wattmetro, e con un voltmetro. Il voltmetro dà la misura dell'induzione, e il wattmetro, colle opportune correzioni, dà le perdite nel ferro.

Il metodo sarebbe assai semplice se non fosse influenzato dalla forma dell'onda. L'autore descrive da prima il sistema impiegato dal Laboratorio sperimentale della Westinghouse per ottenere le condizioni d'onda sinusoidale.

Fig. 1. — Schema delle connessioni per il metodo di precisione.

Il motore a corrente continua eccitato in derivazione, $Sh\,M$, aziona un generatore trifase G e un survoltore $H\,B$; le tre macchine sono montate sullo stesso asse. Il sulvoltore $H\,B$ è costruito in modo da generare la terza armonica della corrente di G, ed è in serie con una fase di G. Ruotando il campo del sulvoltore, la terza armonica può essere invece immessa nel circuito trifase, con uno sfasamento qualsivoglia. Connesso al generatore trifase e al survoltore, vi è un autotrasformatore T che serve l'apparecchio di Epstein E, attraverso il wattmetro W. Il secondario dell'apparecchio Epstein è connesso con un voltmetro per corrente alternata $A\,V$, un voltmetro per corrente continua $D\;\;V$ e col circuito voltmetrico del wattmetro. Il voltmetro a corrente continua è in serie col commutatore ruotante S mosso dal motore sincrono $S\,M$; questo, come il frequenziometro F, è connesso a un'altra fase del generatore G.

La misura viene eseguita come segue: Variando il campo del motore $Sh\,M$, si realizza l'esatta frequenza desiderata; la tensione è messa a punto variando il campo del generatore G, e il fattore di forma è corretto variando il campo del survoltore $H\,B$. Quando il rapporto delle letture dei due voltmetri a corrente alternata e a corrente continua raggiunge il valore 1,11 si deve ritenere realizzata l'onda sinusoidale, purchè il commutatore $S\,M$ sia così disposto da rendere massima la lettura su $D\,V$. Allora si stacca il voltmetro $D\,V$, e si regola la tensione sulle indicazioni di $A\,V$, in modo da ottenere l'induzione voluta. Si legge il wattmetro, e la lettura depurata dalle perdite nel circuito voltmetrico del wattmetro e nel circuito del voltmetro $D\,C$, dà la perdita totale in Watt per il campione di lamiere in esame.

Il metodo descritto è alquanto complesso. L'autore descrive poi un metodo di confronto assai più semplice. Gli unici apparecchi speciali richiesti da questo metodo sono due autotrasformatori che permettano di ottenere variazioni di tensione abbastanza piccole; quando si disponga di un generatore di corrente alternata a tensione variabile e con una onda non eccessivamente deformata, si può fare a meno anche dei due autotrasformatori. Le connessioni sono indicate in fig. 2.

Fig. 2. — Schema delle connessioni per il metodo di confronto.

L'interruttore 1 connette il primario dell'autotrasformatore A a una linea qualunque di corrente alternata di frequenza nota, a 110 V od a 220 V. Quando si usa la tensione di 220 V, si impiega il contatto a invece di b.

L'autotrasformatore A è connesso come indicato in figura col reostato F_1. Sull'armatura dell'autotrasformatore A è avvolto un piccolo avvolgimento secondario di tre sole spire, il quale è connesso cogli estremi di un secondo autotrasformatore B, munito a sua volta di reostato. Occorrono poi tre apparecchi Epstein; uno per il materiale in esame, uno per un campione di piccola resistenza e il terzo per un campione ad alta resistenza; i campioni sono precedentemente tarati con onde sinusoidali col metodo indicato di sopra.

Per eseguire la misura si chiude l'interruttore 1, dando così corrente ai trasformatori. I contatti 2 e 3 sono chiusi verso il basso. Il contatto 2 serve solo a proteggere il Wattmetro nel caso di un corto circuito. Si chiude poi il contatto 4 verso l'alto o verso il basso a seconda che si vuol usare il campione ad alta resistenza o quello a bassa. Si chiude in seguito il contatto 2 verso l'alto e si manovra F_1 ed F_2 finchè si legge sul Wattmetro l'indicazione della perdita nota del campione tarato; variando i contatti P si ottiene una scala più larga di variazioni della tensione. Quando il Wattmetro segna l'indicazione esatta, si legge il voltmetro. Indi si chiude verso l'altro il contatto 3, si manovra in modo di ottenere la stessa lettura sul voltmetro e allora si legge il Wattmetro: questo dà la misura della perdita nel materiale in esame.

Quanto agli errori del metodo, l'autore fa notare che la misura non è influenzata dalle variazioni di tensione della sorgente primaria di energia. Variazioni di frequenza introducono errori solo se si verificano dopo staccato il campione tarato e connesso il materiale in esame; lo stesso si dica pel fattore di forma. Si può rimediare a questi errori connettendo frequentemente il campione tarato e osservando se si sieno verificate variazioni.

I campioni tarati, quando sieno opportunamente montati si conservano a lungo senza variazioni apprezzabili.

R. S. N.

:: :: :: CRONACA :: :: ::

APPARECCHI DI PROTEZIONE.

Relais a caduta di tensione. — Recentemente [1] questo giornale si è occupato del relais a perdita, o *caduta di tensione*, che ha destato molto interesse e suscitato molte discussioni in Germania, dove il problema della protezione degli impianti, contro le sovratensioni e le sovracorrenti, è diventato di scottante attualità.

Crediamo, pertanto, che potranno riuscire di qualche interesse le poche notizie, che seguono, relative a tale relais.

Una delle difficoltà più notevoli, che si presentano nell'esercizio d'un impianto elettrico, è la eliminazione dei corti circuiti; eliminazione, che dovrebbe essere tempestiva e localizzata ai soli tronchi interessati. I relais ordinari, a tempo inversamente proporzionale all'intensità della corrente di corto circuito, e così pure quelli a tempo fisso, nonostante i loro ragguardevoli pregi di semplicità, non risolvono la questione. E neppure immuni da ogni difetto sono i sistemi differenziali (Maerz - Price), molto usati, sopratutto in America.

Si supponga, ora, di far dipendere l'apertura degli interruttori da un dispositivo, la cui durata di funzionamento aumenti, con la sua distanza dal posto del corto circuito: si avrà, così, un mezzo semplice per localizzare i corti circuiti, perchè scatteranno — per i primi — gli interruttori (o l'interruttore) più vicini al posto, dove è avvenuto il guasto.

Questo concetto è realizzato mediante il *relais a caduta di tensione*, il quale (come dice il nome), si basa sul fatto che — in caso di sovraccarichi o corti circuiti — la tensione diminuisce, in misura superiore al normale, proporzionalmente alla impedenza della linea, a partire dalla Centrale. In altre parole, la *caduta di tensione* sarà *massima* nelle immediate vicinanze del corto circuito e minima presso alla Centrale. Ora, il valore della tensione, ancora disponibile in una località, viene utilizzato, per regolare la durata di funzionamento del relais in discorso: precisamente, per piccoli valori della tensione, il relais funziona rapidamente, mentre, per valori elevati, il funzionamento risulta ritardato.

Lo scatto dell'interruttore avviene come segue: l'interruttore stesso è munito di un relais a massima istantaneo, che in caso di corto circuito, chiude il circuito d'una corrente continua ausiliaria, la quale, a sua volta, mette in marcia il relais a caduta di tensione propriamente detto. In quest'ultimo (v. fig. 1), l'organo, che produce lo scatto, è

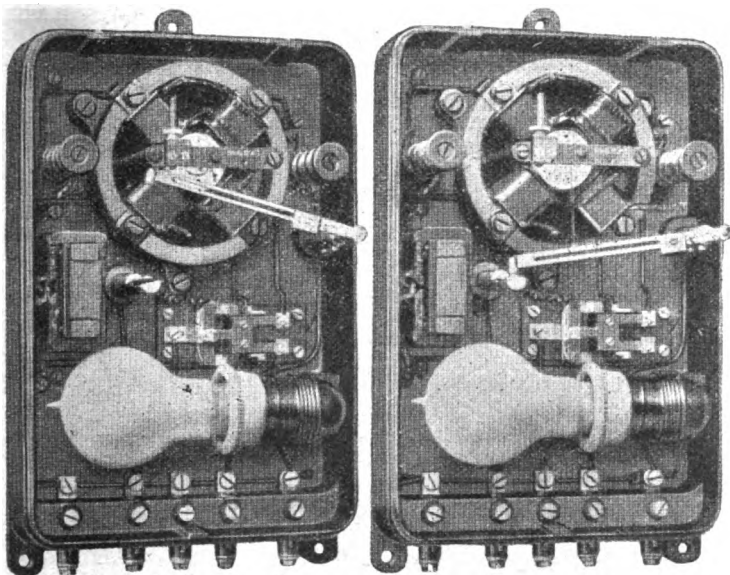



Fig. 1.

composto di una levetta appesa ad un filo di seta, che, normalmente, è avvolto su un alberello. Nella posizione di funzionamento (prodotta, come si è detto, per l'azione di un solito relais a massima) la leva inizia un movimento verso il basso, trascinando in rotazione un tamburo d'alluminio, il quale è frenato dall'azione elettromagnetica di un campo, alimentata dalla tensione esistente nella località (eventualmente ridotta a 110 volt attraverso adatti trasformatori di tensione). Naturalmente, tale azione frenante, essendo funzione della tensione, diminuisce con questa; quindi il movimento della leva avviene, precisamente, secondo la legge desiderata, chiudendosi il contatto, che determina lo scatto dell'interruttore, dopo un tempo, pure proporzionale alla distanza del relais dal posto del corto circuito.

Qualora il corto circuito cessasse, prima che il relais a caduta di tensione abbia compiuta la sua corsa, si apre il contatto del relais a massima e, con ciò, quello a caduta di tensione si arresta, subito, nel suo movimento e viene riportato, immediatamente, nella posizione normale.

Da questa esposizione sommaria, si vede, come *un solo* relais a caduta di tensione può comandare varî interruttori, posti su varie derivazioni di una stessa stazione: riuscendo facile studiare uno schema, per il quale avvenga, solo, l'apertura dell'interruttore, il cui relais a massima ha funzionato. Quindi, per un impianto trifase, bastano tre relais a caduta di tensione (uno per fase), per comandare qualunque numero di interruttori.

E' chiaro, anche, che questo sistema è meglio adatto per reti, dove l'impedenza della linea fra le varie stazioni è notevole; quindi, piuttosto per impianti di trasmissione che di distribuzione.

a. d. v.

(1) V. *Elettrotecnica*, 25 maggio 1921.

CONCORSI.

E' aperto un concorso a borse di perfezionamento negli studi della fisica, della chimica e delle loro applicazioni tecniche, da conferirsi per il 1922 dal Comitato Nazionale Scientifico-Tecnico — *Milano - Piazza Cavour* 4.

L'ammontare di ciascuna borsa è di lire cinquemila o di lire tremila se il concorrente risulti fornito di altro assegno.

Sono ammessi al concorso i dottori in chimica, in fisica, in agraria e gli ingegneri di nazionalità italiana che abbiano conseguito la laurea o il diploma posteriormente al 1918.

Per ulteriori informazioni rivolgersi alla Sede del Comitato.

ELETTROCHIMICA ED ELETTROMETALLURGIA.

Progressi della saldatura elettrica. — I vantaggi della saldatura elettrica come metodo di costruzione metallica si vanno sempre meglio affermando. Oltre che nelle costruzioni di veicoli e di navi la saldatura viene sostituendo la ribaditura anche nelle costruzioni metalliche edilizie, con grande vantaggio nella rapidità.

Con questo metodo, a Glasgow, la Double Arcs Electric Welders ha costruito per intero le ossature metalliche delle sue nuove officine.

e. m. a.

MATERIALI.

Il cadmio in galvanoplastica (The Engineer 24-6-1921). — Il cadmio potrà avere importante applicazione in galvanoplastica; rappresentando una protezione contro la ruggine più efficace del nichel, potrebbe sostituire la nichelatura per molti articoli, se vi fosse minore distanza fra i prezzi dei due metalli. Poichè d'altra parte il cadmio ha maggior tendenza ad appannarsi che non il nichel, esso potrebbe impiegarsi in combinazione col nichel, applicando un primo strato di cadmio per la protezione contro la ruggine e un secondo strato di nichel per la protezione contro l'offuscamento della superficie.

E. C.

TRAZIONE E PROPULSIONE.

Ferrovie elettriche nel Sud-Africa. — Il Governo Sud-Africano comincia con l'elettrificare due linee ferroviarie e si prepara a chiedere offerte per l'impianto della centrale e per il materiale mobile. Le due linee sono la Capetown - Simonstown di circa 40 km e il tratto Durban - Pietermaritzburg della linea principale del Natal, lungo 116 km. La prima, in parte a doppio e in parte a semplice binario, ha intenso e sempre crescente traffico di passeggeri. La seconda offre frequenti e forti pedenze fino a 1 : 30 e curve di 90 m. di raggio; ed è assai accidentata raggiungendo un'altitudine massima di 1650 m. Questo percorso difficile ha imposto serie limitazioni di carichi e di velocità, con prezzi d'esercizio molto alti. Fin da quando il Natal passò sotto il dominio inglese, si cercò di modificare la linea così da limitare le pendenze a 1 : 50 e le curve a non meno di 150 m. di raggio, costruendo anche interi tratti nuovi, con molte gallerie, per treni rapidi e traffico pesante, e tutte queste linee sono da elettrificare.

Su quella del Natal le locomotive elettriche sono da 120 tonn., capaci di rimorchiare treni da 1200 tonn., con velocità di 64 km all'ora, e treni da 1800 a 48 km; la loro potenza è di 2000 kW, mentre che le locomotive a vapore attuali giungono appena alla metà. Per treni passeggeri è progettato un tipo da 72 tonn. con lo sforzo di trazione di circa 14 tonn. e con velocità di 88 km in piano e 45 su pendenze, con treni di 15 vetture. Dato che attualmente i treni più rapidi percorrono i 116 km di quella linea in 4 ore, si prevede di ridurre, coi treni elettrici, questo tempo a metà.

La tensione, continua, sarà di 3000 V, con linea aerea; l'insieme dell'impianto, che offre qualche somiglianza con quello di Chicago - Milwaukee, ha tuttavia importanti caratteristiche.

e. m. a.

Associazione Elettrotecnica Italiana
Eretta in Ente morale il 3 Febbraio 1910

XXV Riunione Annuale.

VERBALI.

Seduta Inaugurale - Roma, 12 Novembre 1920, ore 14.

Presiede il Prof. L. Ferraris, Presidente Generale.

Siedono al tavolo della Presidenza l'Ing. Del Buono Presidente della Sezione di Roma, S. E. Bertini, Sottosegretario al Ministero dei LL. PP., e l'Assessore Staderini in rappresentanza del Sindaco di Roma — è pure rappresentato l'On. Prefetto di Roma.

Mandarono la loro adesione i Ministri e i Sottosegretari per l'Industria e il Commercio e quelli dell'Istruzione nonchè il Ministro della Marina.

Funge da Segretario l'Ing. A Bianchi, Segretario Generale.

Prof. Ferraris, Pres. — Dà la parola all'Ing. Del Buono.

Ing. Del Buono. — Presidente della Sezione di Roma.

Colleghi!

A nome della Sezione di Roma porgo il saluto ed il ringraziamento alla Presidenza Generale che accogliendo il nostro invito decise di tenere qui in Roma la XXV Riunione della nostra Associazione; ed a Voi, Colleghi carissimi porgo il nostro cordiale saluto e l'intima espressione della nostra colleganza! ed un saluto particolare rivolgo ai Colleghi di Trento e Trieste che per la prima volta si riuniscono con noi a Roma.

Siate benvenuti ancora una volta, in questa Roma, attorno alla quale si stringono come ad un simbolo tutti gli italiani.

E ben fu scelta per la nostra Riunione qui in Roma quest'anno della ricorrenza del cinquantenario del suo riscatto e del compimento della unità della Patria, realizzazione del sogno secolare di pensatori e martiri gloriosi.

E noi Vi salutiamo in Roma per la prima volta dopo il termine della nostra guerra, a pochi giorni di distanza della solenne celebrazione di quella che fu la più grande Vittoria della grande guerra, di quella Vittoria che fu il sogno ed il premio dei nostri giovani eroi, che elevarono e fecero rivivere le più belle, le più nobili gesta dell'italica gente. La nostra Riunione ha quest'anno un significato alto; somiglia ad un rito, in omaggio alla Città Eterna che fu sempre il segnacolo della Latina Gens, mentre che gli ultimi avvenimenti ci dicono che dal *« Capitolium fulgens »*, malgrado tutto s'irradierà sempre nel mondo il raggio splendido della civiltà e del progresso.

Colleghi!

La guerra immane che ha scosso così profondamente il nostro paese è finita, ma il disagio economico permane, e la preoccupazione che incombe per le sorti del nostro paese tiene l'animo nostro sospeso e angoscioso. In questi giorni però la consacrazione della nostra grande Vittoria ed il senso di risveglio che pervade la penisola ha sollevato i nostri cuori facendoci respirare un aura più pura e, col rifiorire dello spirito patriottico, ci è lecito sperare che l'incubo sia presso a dileguarsi, e che non tarderà a ritornare la calma che tutti aneliamo per iniziare il rinnovamento economico della Patria nostra.

In questo lavoro di ricostruzione molto si attende dall'opera nostra, o colleghi; la nostra Associazione, mirabile accolta delle più fattive e vivide attività dell'intelletto, della scienza, della tecnica, in tutti o quasi tutti i rami della attività umana porterà la sua opera attiva instancabile.

Spetta ai tecnici che sono sul più alto gradino dei lavoratori dell'intelletto guidare nei vari campi dell'umana attività il lavoro di ricostruzione invocato; ed agli elettrotecnici, che sono fra i più eletti fra i tecnici tocca un posto d'onore.

Durante la guerra fu molto compiuto da essi in tutta l'Italia ed anche la nostra Regione diede attiva la sua opera a favore della Patria; molti colleghi nostri lasciarono sui campi gloriosi la loro balda giovinezza, molti altri collaborarono nelle svariate attività sorte dalla guerra.

Nella nostra Regione le Imprese Elettriche non hanno rallentato durante la guerra la loro attività, ma anzi l'hanno intensificata per condurre a termine nuovi impianti, in mezzo a difficoltà innumerevoli e, specie per l'approvvigionamento delle materie prime e per i trasporti manchevolissimi e saltuari, per le difficoltà della mano d'opera scarsa e deficiente; sorsero infatti numerose officine elettrochimiche e numerosi forni elettrici; e per citare soltanto quanto si riferisce alla produzione dell'energia elettrica, la fondamentale fra le industrie, a titolo di onore, dirò che le nostre Consocie (Soc. Anglo Romana, Ilva, Elettrochimica, Marchigiana, Volsinia, Laziale, Umbra, Italia Centrale, Mediterranea), hanno in tal periodo complessivamente aumentato i loro impianti di oltre 30 000 cav. normali mentre 54 000 sono in costruzione.

Le visite che andremo a fare in questi giorni vi mostreranno come malgrado tutte le difficoltà si sia molto fatto ed operato a Terni, e come la nostra Città abbia iniziata l'opera per il suo congiungimento col mare, aspirazione vagheggiata da tanti anni e che per opera di un valente nostro cittadino sta per diventare una realtà.

Non paghe di questo le nostre associate si erano accinte con tutto l'entusiasmo possibile allo studio di vasti progetti di utilizzazioni di nuove energie idrauliche e termiche, e nella sola nostra Regione sono pronte concessioni e progetti per circa 270 000 cav.

E noi, o colleghi, saremmo stati lieti ed alteri di mostrarvi alcuni di questi impianti già compiuti e funzionanti, mentre invece dobbiamo mestamente vedere ancora scorrere inutilizzati i nostri fiumi, malgrado il costo enorme del carbone e la sua grande difficoltà di approvvigionamento.

Nei due anni che hanno seguito la vittoria radiosa, le difficoltà che ostacolavano le nostre industrie sono andate rapidamente crescendo: i materiali sempre più scarsi, i prezzi sempre più fantastici, e la mano d'opera sempre più esigente, indisciplinata e meno produttiva, mentre si accentuavano le preoccupazioni grandissime nel riguardo dei prezzi di vendita, che ognor più si mostrano insufficienti a coprire le spese di esercizio sempre crescenti senza lasciare alcun margine di beneficio tanto che non si potrebbero intraprendere le costruzioni d'impianti che ormai costeranno sette volte più di prima.

Queste difficoltà in cui si dibattono le Imprese Elettriche, le preoccupazioni politiche e sociali del momento rendono il capitale perplesso e già si risente la preoccupazione nelle Banche e nei risparmiatori.

Se vogliamo che il nostro Paese risorga occorre che le forze fattive siano coordinate e che le risorse materiali siano sfruttate, che le industrie si risollevino, e per questo è necessaria l'opera pronta ed energica del Governo e la collaborazione di tutti i cittadini per riportare al più presto la vita economica in condizioni di stabilità e di equilibrio senza le quali nessuna impresa può svilupparsi.

La nostra Associazione, e ognuno di noi, ciascuno nel suo ambiente, darà l'opera sua con piena coscienza di concorrere a far risorgere questo magnifico popolo che ha dato prova di così alto sentire.

Questa nostra riunione nella quale si tratteranno memorie e lavori nei campi più vari della speculazione scientifica, e quelli della tecnica per i problemi del momento, dà la prova della vita rigogliosa e dell'energia fattiva della nostra Associazione e mostra con nostro vivo compiacimento come essa sia sempre all'avanguardia del movimento intellettuale e tecnico del nostro Paese.

Colleghi, io auguro che anche questa riunione che riavvicinerà i tecnici di tutte le parti d'Italia, stringendo nuovi vincoli di stima e di amicizia, sia feconda di nuove idee che aprano nuovi orizzonti nella scienza e nella tecnica per il bene della nostra Patria e per il lustro della nostra Associazione.

Colleghi, siete tutti benvenuti fra noi.

(Applausi ripetuti e vivissimi).

Prof. Ferraris, Presidente: — Nell'iniziare i lavori del Congresso rivolgo un affettuoso pensiero ed un caldo ringraziamento alla Sezione di Roma. E' la quarta volta che ci riuniamo ospiti di questa Sezione sempre splendidamente accolti. E questa volta il programma dei festeggiamenti ha superato i precedenti. Poichè noi visiteremo gli scavi di Ostia Antica, la Mole Adriana, il palazzo Venezia e i lavori del porto di Ostia a Mare e gli impianti di Terni passando dalla Roma dei Padri alla nuova Roma sempre rifiorente.

Gli è perciò che saluto e ringrazio colla maggior cordialità a nome di tutti il Presidente e nel nome suo tutti i soci della Sezione, le Autorità cittadine, e gli Industriali che ci preparano sì liete accoglienze.

Saluto S. E. Bertini e gli Illustri rappresentanti dell'On. Sindaco e dell'On. Prefetto di Roma. Il loro intervento è prova dell'importanza che le Autorità attribuiscono all'A. E. I. Noi per contro abbiamo coscienza di cooperare validamente alla soluzione dei problemi maggiori che interessano il risorgimento economico ed industriale della nazione.

E' l'ultima volta che ho l'onore di presiedere le nostre riunioni; è bene perciò che noi ricapitoliamo l'opera nostra del passato triennio.

Assumendo l'alta carica che voi mi avete affidato, io non ebbi a fare che una sola promessa: quella di mantenere le tradizioni della nostra Associazione.

L'ecclettismo con cui Galileo Ferraris riunì tutti coloro che si interessano dell'elettrotecnica fu sempre di guida alla nostra Associazione, ed informa anche questa nostra Riunione, in cui alle comunicazioni di carattere tecnico si associano le comunicazioni scientifiche del Sen. Corbino e dell'Ing. Calisse. Questo ecclettismo ha portato come conseguenza che l'A. E. I. non potrà mai difendere interessi particolari, ma solo trattare questioni che hanno importanza nazionale

Questa sua caratteristica rimase intatta finora e certo rimarrà sempre tale.

Nel passato triennio si aggiunsero due desiderate Sezioni quella di Trento e quella di Trieste; recentissimamente è sorta quella di Bari che conta già 40 soci; ad esse rivolgo un vivo augurio di vita feconda. Un'altra Sezione speravo di promuovere, quella Sarda; confido che presto il desiderio si traduca in atto, come auguro che il mio successore possa realizzare quella visita alla Sardegna che le circostanze del momento non permisero a me di attuare.

Il numero dei soci passò da 2170 a 3100 con un incremento di 930 soci e cioè del 45%.

Passando ai lavori dell'A. E. I. essi si imperniano principalmente nelle Riunioni, nel nostro Giornale, nelle Commissioni, nelle Sezioni.

Per le Riunioni ricordo come si sono inaugurate le due riunioni annuali; l'anno scorso fummo a Trento e poscia a Trieste, dove i fratelli redenti ci accolsero con tanto affetto. Questo anno era intenzione della Presidenza di visitare prima la Sardegna, poi la Sicilia compiendo per questa un antico voto. Ma difficoltà insormontabili si opposero. Il penultimo Consiglio, mantenendo la massima delle due riunioni, stabilì che una fosse dedicata prevalentemente alle questioni tecniche, l'altra alle visite a paesi, e agli impianti di maggiore importanza.

Altra novità venne portata alle Riunioni; quella di trattare in ciascuna parecchi temi che gravitassero intorno ad un tema sostanziale di speciale importanza. I temi furono la elettrificazione delle ferrovie, la questione telefonica, il collegamento degli impianti elettrici; è questo l'argomento preparato per questa riunione.

Altro elemento cospicuo della vita delle Sezioni è «l'*Elettrotecnica*»; la Presidenza ha su essa ben poca influenza; il merito spetta tutto al Comitato di redazione cui tributo il più vivo plauso. (*Vivissimi applausi*).

Quanto al lavoro delle Commissioni, osservo come esse hanno in generale carattere permanente e moltissime persistevano già.

Per la Statistica furono pubblicati il I° ed il II° Volume; il III° uscirà prossimamente con diagrammi e carte.

La Commissione per la pubblicazione pro industria è al lavoro, — quella per le derivazioni di acque pubbliche rimane sempre pronta ove occorra interpellarla, — quella dei brevetti vinse onorevolmente la sua battaglia, essendo stati accolti i desiderata dell'A. E. I.

L'Istruzione tecnica venne sempre discussa in seno all'A. E. I.; — oggi lo sarà dal Prof. Lori, e ricordo pure come per merito della Sezione di Milano è bandito un concorso pei primi volumetti di una collezione di singole monografie sulla costruzione degli impianti elettrici.

Del Comitato Elettrotecnico Italiano è inutile parlare a voi; dirò solo che, cessata la guerra, si son ripresi anche i lavori della Commissione Elettrotecnica Internazionale.

Delle altre Commissioni, quella per l'Unificazione delle frequenze e quella per la unificazione delle tensioni hanno esaurito il loro compito — e il Comitato telefonico permanente nominato nella Riunione di Trieste sta trattando il problema il quale è per molti riguardi delicato e difficile.

Un importante impulso poi abbiamo portato alla questione ferroviaria. La nostra discussione impostata ed ampiamente discussa ha valso ad eccitare l'interessamento dell'opinione pubblica: come sapete il Governo nominò dapprima la Commissione speciale per l'Elettrotrazione che divenne poi la Sezione Seconda del Consiglio Superiore delle Acque. Criterio direttivo della Commissione non fu solo quello del risparmio del carbone, ma pure quello di costituire un ampia rete di collegamento fra tutti gli impianti elettrici con compenso fra le diverse magre e con utilizzazione dei combustibili nazionali, e quello di determinare e favorire nuovi impianti. Queste idee furono condivise e propugnate dal Sen. Corbino anche nella seconda Sezione. Io vi invito a portare all'Illustre uomo il più vivo plauso (*applausi vivissimi*).

Ma pure il carbon bianco costa: — ricordo perciò l'opera presso il Governo pel sussidio statale agli impianti. Ad ogni modo per sfruttarli bene occorre estendere le applicazioni ed in special modo quelle agricole e anche per esse l'A. E. I. diede opera presso il Governo.

Si può però domandarsi se bastano oggi sussidi ed applicazioni o se non sia urgente la revisione delle tariffe; non so se l'argomento spetti a noi, certo però che l'unico Ente che rappresenta tutte le classi degli interessati e che quindi dovrebbe essere il più adatto all'esame di tale questione è l'A. E. I.

Era mio intento far un breve cenno sopra le nostre opere nel triennio; mi sono per contro lasciato trascinare ad un programma. Mi interrompo quindi lasciando tale compito al mio successore, tanto più che voi sarete ansiosi di sentire la parola del Governo e quella del Prof. Amaduzzi che ci parlerà del Maestro perduto e tanto amato (*vivissimi applausi*).

Do la parola a S. E. Bertini.

S. E. Bertini, Sottosegretario dei LL. PP. — L'Illustre Presidente ha detto giustamente che la presenza di un rappresentante del Governo non è frutto di semplice cortesia ed io infatti sono qui venuto col desiderio profondo di trovare nella vostra assemblea lena e luce per cooperare al desiderato progresso degli interessi nazionali.

S. E. Peano ha accolto l'invito Vostro con compiacimento e mi ha commesso l'incarico di portarVi il suo saluto e quello del Governo. Già voi conoscete tutto l'interesse che il Ministero pone allo sviluppo delle applicazioni elettriche, conoscete l'opera sua alla costituzione della Sezione seconda del Consiglio Superiore delle Acque ed alla elettrificazione delle ferrovie. Io sono qui a dare affidamento del suo volere, quello di accogliere i consigli dei tecnici perchè l'azione sia veramente corrispondente ai bisogni del Paese; poichè i tecnici sono preziosi collaboratori di una politica consapevole e feconda.

Nel suo altissimo compito l'azione della vostra Associazione troverà pieno riconoscimento dal Governo; e poichè la vostra opera è di ricostruzione del paese e politica alta e feconda di lavoro, io vi porto l'augurio e il pensiero grato del governo. (vivi applausi).

Assessore Staderini. — Io vi porto o signori, il saluto dell'ospitalità da parte dell'On. Sindaco di Roma. Ho accettato assai di buon grado tale incarico poichè mi torna sempre graditissimo trovarmi fra lavoratori egregi che uniscono mirabilmente tecnica e scienza.

Voi siete gli uomini dell'avvenire, e noi sentiamo come si deve elettrificare, come tutto tende ad essere elettrificato: Roma è oggi intenta su voi, essa che ha sempre curato strenuamente il proprio avvenire industriale cui oggi Paolo Orlando dà tanto impulso.

Augurando quindi fortuna ai vostri lavori so di auspicare il bene e la grandezza della Patria (applausi vivissimi).

Il Presidente dà quindi la parola al

Prof. L. Amaduzzi — che legge la «*Commemorazione del Prof. Augusto Righi*» (*applausi vivissimi*).

Quindi il Prof. Ferdinando Lori commemora il *Centenario dell'elettromagnetismo*. L'oratore è esso pure salutato con un lungo plauso.

Infine il Sen. Prof. O. Corbino trattiene l'uditorio trattando della «*Teoria elettronica dei metalli*» (*applausi ripetuti*).

La seduta è tolta.

Il Segretario A. BIANCHI — *Il Presidente* L. FERRARIS

Seduta del 12 Novembre, ore 21.30.

Presiede il Prof. L. Ferraris. Funge da Segretario l'Ing. A. Bianchi.

Prof. Bordoni — Intrattiene l'uditorio sull'argomento: *Gli studi recenti sull'energia raggiante: la possibilità di progresso della tecnica dell'illuminazione* (*vivi applausi*).

Ing. Lanno. — Parla sul tema: *Carbone ed elettricità* salutato da vivi applausi.

Il Segretario A. BIANCHI — *Il Presidente* L. FERRARIS

Seduta del 13 Novembre, ore 10.

Presiede il Prof. L. Ferraris Presidente Generale; funge da Segretario l'Ing. A. Bianchi Segretario Generale.

Prof. G. Sartori — Tratta della: «*Possibilità di raccolta sulle nostre reti di piccole potenze idrauliche e termiche finora non utilizzate*» (*vivissimi applausi*).

Ing. Rebora. — Richiamo l'attenzione sopra il caso di piccolissime centrali da 50-100 kW che potrebbero utilmente contribuire inviando la loro energia su grandi reti. Il problema era ovvio per il passato, salvo le limitazioni imposte dal distributore che accettava o no il parallelo della piccola Centrale colla grande rete. La situazione è ora cambiata per il valore assunto dalla mano d'opera. In servizio continuo sono tre turni almeno di un uomo con una spesa di almeno $3 \times 6000 = 18 - 20\,000$ lire forse per una macchina da 50 kW. Questo aggravio sproporzionato all'utile ha obbligato a fermare le piccole centrali con gravissimo danno dell'economia generale. Il problema si può risolvere?

Pagare meno gli operai? Non pare oggi possibile per quanto il lavoro affidato all'operaio si riduca ad una assistenza passiva. Si può pensare più praticamente ad eliminare il personale. Credo che l'automatismo di molte modeste Centrali diverrà obbligatorio fra breve, in moltissimi casi. Ci si contenterà di Centrali curate solo un po' di più delle Cabine; basterà un'occhiata mattina e sera.

L'automatismo più semplice si effettua colle generatrici asincrone; sono macchine che si possono abbandonare a se stesse come i motori trifasi di uno Stabilimento. Si effettua una grande sempli-

cità dei circuiti, — non c'è corrente continua, il parallelo è facile e sicuro, — non vi è pericolo per corti circuiti in linea, la turbina è regolata automaticamente e basterà un regolatore di sicurezza. In qualche impianto si è costruito il gruppo capace di girare senza pericolo alle velocità di fuga della turbina.

Grande svantaggio però è il peggioramento del fattore di potenza dell'impianto sul quale lavora la Centrale asincrona. La potenza reattiva è infatti dell'ordine della potenza attiva. La cosa sarà tollerabile per una piccola generatrice connessa ad una grande rete, ma diventa inaccettabile quando le potenze dei due sistemi sono dell'istesso ordine.

A rimedio di ciò si può pensare a ridurre in luogo la potenza reattiva (Scherbius, Condensatori, ecc.).

Il problema presenta poi un altro punto assai grave. Esso riguarda i rapporti tra l'esercente della grande rete e l'industriale che possiede la Centrale asincrona; caso tipico quello dell'utente collegato ad una vasta distribuzione il quale insieme all'energia acquistata vuol sfruttare una sua piccola Centrale in luogo. I contratti di solito non consentono il parallelo con generatrici dell'utente e fin che si tratta di macchine sincrone la limitazione si capisce. Inoltre l'esercente non ha interesse a fare concessioni che permettendo all'utente di sfruttare la sua energia limitano l'energia acquistata.

Se non che, nell'interesse generale, che presto o tardi si impone, io credo che questa obbiezione resista. Vi è qualche elemento tecnico di maggior peso che entra in campo.

Il pericolo di ritorno di tensione è eliminato colle Centrali asincrone. Resta quello del ritorno di energia, condizione questa che il distributore non può accettare. A ciò si rimedierà con relais speciali a ritorno di energia. Infine se l'esercizio in parallelo di piccole Centrali asincrone dovesse peggiorare il fattore di potenza proprio dell'utenza, il distributore certo si opporrebbe: ma i rimedi esistono anche per questo fatto e già li ho nominati. E si giunge infine ad un complesso utile per tutti che in ogni caso non torna a danno di alcuno. Centrali asincrone, automatiche eventualmente provviste di compensatori di fattore di potenza, con interruttore a ritorno di energia.

A questo punto credo necessario rivolgere una domanda ai distributori di energia: avete obbiezioni contro un sistema così costituito munito dei dispositivi sopra accennati? La risposta di massima è necessaria perchè permetterà agli industriali di orientarsi nello studio di installazioni del genere (1).

Ing. Fano. — Parla in favore dei comandi elettrici a distanza che egli preferisce a quelli idraulici. Riferisce sui comandi a distanza dei telefoni e dell'illuminazione pubblica di Roma dimostrando come, malgrado la complicazione, essi abbiano sempre funzionato ottimamente. Confida di potere sviluppare il tema del comando elettrico per varie centrali in una prossima comunicazione.

Ing. Cesàri. — In merito al regolatore descritto dal Prof. Sartori, chiede spiegazioni sulla regolazione specie con galleggiante negli impianti a bassa caduta e sul pericolo di guasto nel circuito dell'olio.

Prof. Sartori. — Vede con molta soddisfazione che l'impiego delle macchine asincrone sia caldeggiato, per certi casi s'intende, da colleghi autorevolissimi e condivide l'opinione del Prof. Rebora che sarebbe un danno nazionale lasciar inoperose piccole centralline che con pochi ritocchi potrebbero adattarsi a funzionamento automatico. I mezzi per provvedere alle generatrici asincrone la potenza reattiva di cui abbisognano sono molteplici ormai; nè il loro impiego complicherà maggiormente i piccoli impianti automatici.

All'Ing. Fano osserva essere bene persuaso che la questione dei comandi a distanza si possa risolvere anche con motori elettrici. In America, per es., altro non si adopra per impianti automatici a distanza. Ma l'inerzia della parte mobile di questi è un serio ostacolo per molti comandi che devono effettuarsi in modo praticamente istantaneo, a parte la difficoltà dei contatti di chiusura ed apertura dei circuiti. Per questo riguardo nulla può superare il comando di un organo effettuato con olio sotto pressione, tanto più quando l'olio sotto pressione deve essere a disposizione per altri scopi.

All'Ing. Cesàri risponde che i dispositivi adottati dalla Ditta Calzoni per il suo regolatore speciale per generatrici asincrone in Centrali Automatiche tengono conto di ogni eventualità, anche di quelle cui egli ha accennato. Non vi sono quindi nè dubbi nè riserve da fare in questo riguardo. Quanto agli inconvenienti che potrebbero sorgere in dipendenza di un guasto alle condutture con olio in pressione (ciò che per le piccole pressioni in giuoco non può essere che una lontanissima eventualità) è pure provvisto affinchè la centrale esca automaticamente di funzionamento e la turbina si chiuda. Di ciò l'Ing. Cesàri può rendersi conto esaminando in dettaglio la memoria che la Ditta Calzoni ha pubblicato sopra questo tipo speciale di Centrali Elettriche.

Prof. Lori — Legge la sua comunicazione sul tema «*L'Istruzione Elettrotecnica in Italia*».

In essa fa la storia delle difficoltà incontrate al loro inizio degli studi elettrotecnici in Italia. Più tardi sono sorte Cattedre e laboratori tali da permettere di studiare in Italia, come all'estero. La questione delle ricerche è però ancora alle prese con gravi difficoltà. Le maggiori risorse che gli industriali e il Governo forniscono non bastano quasi, dato gli aumenti dei costi di ogni cosa, ai servizi e all'acquisto di qualche libro.

D'altra parte non si può pensare a dotare tutti i Laboratori di mezzi adeguati alle ricerche speciali; sarebbe proibitivo; per rimediare bisogna quindi limitarsi a chiedere al Governo le dotazioni necessarie agli attuali laboratori per libri e per i mezzi per ricerche di ordine generale. Al resto dovrebbe provvedere un unico Laboratorio dotato di quanto necessario per ricerche speciali. E' inutile pel momento scendere in dettagli. L'Oratore chiude suggerendo che l'A. E. I. si faccia promotrice di una azione in questo senso presso il Governo, — che dia opera a formare l'opinione pubblica in questo senso, — profittando del favore di cui gode la nostra scienza. Prega che venga nominata una Commissione che assuma il problema e lo svolga.

Prof. Grassi. — Sono perfettamente d'accordo col Prof. Lori sulla sua proposta e sulla necessità di eleggere una Commissione per studiarla. Parecchi anni fa era sorta l'idea, per iniziativa del Consiglio amministrativo del Politecnico di Torino di instituire nel Politecnico stesso un Ufficio come quello del Bureau of Standards di Washington per facilitare il controllo degli apparecchi dell'industria, e fu nominata un'apposita Commissione. Io allora proposi l'istituzione di un gran laboratorio di Elettrotecnica e avrei portata qui la mia relazione fatta per tale occasione se dalla lettura del titolo della Comunicazione non mi fosse rimasta l'impressione che si trattasse piuttosto in generale di questioni relative all'insegnamento della Elettrotecnica.

On. Beretta. — Credo bene far presente come un gruppo parlamentare ha presentato un progetto di legge relativo alla distribuzione di energia elettrica, in questo progetto è pure considerato un Laboratorio Governativo con relativo finanziamento.

Un altro progetto che ho l'incarico di preparare deve contenere l'estensione all'elettrotecnica della legge del controllo dei pesi e misure, — non abbiamo neppure una definizione legale delle unità; — da qui anche la necessità di un laboratorio. Sono anch'io persuaso che occorre per riuscire l'appoggio dell'opinione pubblica e mi associo anch'io nella preghiera alla Presidenza fatta dal Prof. Lori e dal Prof. Grassi.

Prof. G. C. Vallauri. — Si associa nel senso che si aumentino le risorse di un Istituto esistente e che questo aumento non metta in pericolo gli altri Istituti. I Laboratori sono poveri ma innumerevoli ricerche si possono ancora fare; ciò che manca sono gli uomini: vorrei si facesse propaganda per appoggiare il sorgere di giovani che si dedichino ai Laboratori.

On. De Andreis. — Si associa al Prof. Vallauri nel senso appunto non si tratti di istituto che assorba le risorse degli altri e purchè gli altri abbiano completamente quanto necessario. Desi-

(1) A tale scopo l'Ing. Rebora ha inviata la seguente lettera aperta agli esercenti imprese elettriche in attesa di sentire la loro opinione sull'argomento e le loro eventuali osservazioni.

Le piccole centrali asincrone.

Riassunto schematico delle caratteristiche delle Centrali asincrone; pro e contro il loro pratico esercizio nell'intento di promuovere le eventuali osservazioni degli esercenti distributori:

Le piccole Centrali idrauliche, data la spesa per mano d'opera assai forte relativamente alla potenza (infatti la sorveglianza entro i limiti abbastanza estesi è indipendente dalla potenza generata) sembrano in questi giorni destinate ad essere soppresse.

E' facile citare esempi di Centrali idroelettriche sul luogo di utilizzazione le quali producono l'energia ad un prezzo eguale e superiore a quello pagato al grande distributore che la deriva da forti impianti lontani attraverso lunghe e costose linee ed a parecchie trasformazioni.

Una delle soluzioni nell'intento di mantenere in vita questi piccoli centri di produzione consiste appunto nella abolizione della sorveglianza continua.

Caratteristiche delle Centrali asincrone:

1) Si può in esse eliminare la sorveglianza continua.

2) Le macchine asincrone sono più semplici e robuste delle sincrone.

3) Si eliminano i circuiti a corrente continua, le eccitatrici e la relativa apparecchiatura.

4) Il parallelo è facile e sicuro.

5) Si ottiene la regolazione della turbina anche se provvista di regolatore (salvo adottare un dispositivo di sicurezza in caso di fuga).

6) I corti circuiti in linea ed in centrale sono senza effetto sulla generatrice asincrona.

7) La generatrice asincrona non costituisce *riserva*, poichè essa cessa di funzionare se manca la tensione della Centrale sincrona.

8) Senza compensazione, la generatrice asincrona non è in generale raccomandabile e può essere inaccettabile se la Centrale sincrona è di potenza limitata in paragone alla asincrona.

Esigenze degli Esercenti Distributori.

Quando la piccola Centrale asincrona presso l'Utente deve andare in parallelo col grande impianto sincrono a diminuzione della erogazione dalla grande rete, — condizione questa desiderabile dal punto di vista della economia generale, — nascono speciali esigenze da parte dei Distributori:

1) Non deve potersi stabilire tensione di ritorno.

2) Non deve essere possibile il ritorno di energia (dalla Centrale asincrona alla grande rete).

3) Il fattore di potenza non deve essere peggiorato in confronto alla semplice utenza diretta.

La generatrice asincrona soddisfa alla condizione: 1) non potendo esservi tensione in linea se la rete è andata a zero.

Ai particolari requisiti 2)-3) si provvede facilmente installando un interruttore a relais di ritorno ed aggiungendo alla generatrice asincrona un dispositivo di compensazione.

Io ritengo che una volta prese le cautele accennate i Distributori non dovrebbero avere ragioni di opposizione ad impianti del genere.

dera che la proposta Lori rimanga integra e che lo Stato non vi ponga le mani.

On. Beretta. — Non è punto diverso il suo pensiero. Chiede solo che l'A. E. I. prepari il terreno generale.

Prof Ferraris. — Siamo dunque d'accordo sulla proposta Lori e la Presidenza nominerà la Commissione chiesta. Di altri progetti la Presidenza si informerà e farà opera opportuna e tempestiva.

Sen. Corbino. — Se proposte fossero imminenti nel Parlamento si convochi un Assemblea straordinaria perchè il Parlamento senta una voce eccitatrice o frenatrice dell'A. E. I.

Prof. Ferraris, Presidente — Era già mio proposito di riunire la Commissione delle acque dell'A. E. I., e terrò presente la proposta Corbino.

Do ora la parola al Prof. Lombardi.

Prof. L. Lombardi. — Legge la sua relazione «*Sovratensioni elettriche e sistemi di protezione - Parte V Sistemi a carica esplosiva*» (*applausi vivissimi*).

Dopo alcune osservazioni del Prof. Vallauri la Seduta è tolta.

Il Segretario A. Bianchi — *Il Presidente* L. Ferraris

Seduta del giorno 13, ore 15.

Presiede il Prof. L. Ferraris, Presidente Generale. Funge da Segretario l'Ing. A. Bianchi, Segretario Generale.

Ing. E. Vannotti. — Legge il suo rapporto sui «*Gruppi di macchine per il collegamento fra reti a frequenza diversa*» (*vivi applausi*).

Ing. G. Semenza. — Il quadro che l'Ing. Vannotti ci ha fatto delle difficoltà di collegare reti di frequenza diversa è molto istruttivo specie pei nemici della frequenza unica. Anche per ciò ritengo opportuno che la questione della frequenza unica non venga abbandonata.

Prof. Ferraris, Presidente. — Terrò buon conto della raccomandazione. La parola è all'Ing. Coppola.

Ing. Coppola. — A nome della Commissione speciale della Sezione di Livorno (Ingg. P. Liguori, G. Neri, G. Coppola, G. Melinossi) legge una relazione sulla «*Tecnica dei grandi trasporti di forza*».

Prof. Ferraris. — Ringrazia l'oratore e segnala l'esempio di un argomento di tanta importanza studiato da apposita Commissione in una Sezione e portato alla Riunione: apre la discussione.

Ing. Del Buono. — Rileva l'importanza dell'uso dei motori sincroni posti all'arrivo delle grandi trasmisioni d'energia, uso che sempre più va estendendosi specie in America. Con detti motori si raggiungono due scopi:

1) Regolare tensione in modo da mantenere la tensione costante alla partenza ed all'arrivo;

2) Migliorare il fattore di potenza e quindi

a) a pari tensione accrescere la potenza che può essere trasmessa con una data linea;

b) a pari potenza diminuire la tensione occorrente le perdite in linee;

c) a pari potenza e tensione diminuire il peso di rame occorrente.

Il primo risultato *a*) è della più grande importanza specialmente nelle condizioni attuali di alto costo delle linee ciò che richiede di studiare la migliore utilizzazione e la saturazione delle linee esistenti.

Il fattore di potenza all'arrivo delle grandi trasmissioni si aggira intorno al 70%, talchè elevandolo fra 1 e 0,95 ed ammettendo che la tensione in arrivo ed in partenza restino quelle che si avevano in precedenza la potenza trasmissibile può essere aumentata di oltre il 60%.

Cita l'esempio di una linea lunga 190 km con la quale ad 87 000 Volt si trasmettono in partenza circa 24 000 kW per $\cos\varphi$ 0,70 all'arrivo; usando i motori sincroni, all'arrivo, che rialzano il fattore di potenza a 0,95 si possono trasmettere 35 000 kW in partenza, arrivandosi così ad avere una miglior utilizzazione della linea.

L'Ing. Del Buono ritiene che i limiti di tensione degli isolatori rigidi non debba essere superiore ad 80 000 Volt.

Per tensioni superiori devesi ricorrere agli isolatori pendenti. Infatti i tipi di isolatori più recenti e più razionalmente studiati hanno un arco sotto pioggia che si aggira intorno ai 160 000 Volt e quindi adottando un coefficiente di sicurezza 2 si arriva appunto alla tensione accennata.

Ing. Coppola — I bollettini danno anche 190 000 Volt per arco sotto pioggia con isolatori rigidi.

Ing. Del Buono. — Rispondendo al collega Coppola osservo che esperimentando sui migliori tipi americani non ho trovato più di 160 - 170 kV. Nelle prove sotto pioggia bisogna essere molto circospetti; bisogna misurare l'intensità della pioggia e la resistenza dell'acqua. Nelle numerose prove da me fatte ho appunto dovuto accorgermi quanta importanza abbiano gli elementi suddetti.

Ing. D. Civita. — Riferisce sull'*Elettrificazione dell'agricoltura*. Egli riassume i concetti già da lui esposti in seno dell'Istituto Nazionale di Agricoltura al proposito, concetti che qui riassumiamo.

L'Italia è tributaria dell'estero pei cereali; mentre se la sua terra fosse resa coltivabile dovunque possibile e fosse coltivata razionalmente potrebbe sopperire a sè stessa.

Occorre perciò industrializzare l'agricoltura ed a questo scopo l'energia elettrica si presta assai più convenientemente che non le macchine termiche.

Esempi si hanno già di tenute elettrificate dove i servizi molteplici rivelano la possibilità di una utilizzazione di oltre 3000 ore sulla potenza media funzionante, ciò che consente all'applicazione un buon rendimento economico. Ma il problema più impellente è quello della irrigazione che può economicamente e in modo generale risolversi colle elettropompe; segue per importanza il problema delle bonifiche in cui occorre sostituire fin dove è possibile l'elettroidrovora alla bonifica per colmata.

Per realizzare la diffusione dell'energia elettrica nelle campagne non bastano i sussidi accordati dal Governo; le Società distributrici non hanno sufficiente interesse per entrar troppo al dettaglio della applicazione. Infine gli agricoltori sono restii per ora davanti ad iniziative del genere.

Occorrono quindi Enti di natura tecnica finanziaria che acquistino energia dai produttori e provvedano linee e cabine, — impianti di macchinario e loro avviamento, — facendosi rimborsare dagli agricoltori od in un dato periodo d'anni o con sopra prezzo dell'energia. Il Governo dovrebbe aiutare efficacemente tali enti o con sussidi annui o con anticipazione di capitale a mitissimo interesse coordinando e rendendo applicabile le congerie di legge e Decreti finora emanati in favore dell'agricoltura e restati in gran parte lettera morta. L'oratore termina augurando che l'A. E. I. faccia suo il problema, favorendo gli studi tecnici e appoggiando le iniziative economiche che fossero per sorgere; rievoca infine un voto già altre volte formulato, che l'A E. I. dedichi alle applicazioni elettroagricole una Riunione Annuale. Chiude presentando il seguente

ORDINE DEL GIORNO

«L'A. E. I. compresa della grande importanza della diffusione dell'energia elettrica nelle campagne per risolvere celeremente con mezzi elettromeccanici il problema alle bonifiche e della smalarizzazione delle terre, per diffondere le irrigazioni con la pompatura localizzata delle acque del sottosuolo, per facilitare la lavorazione delle terre e dei loro prodotti ed ogni altra operazione del ciclo agricolo con l'ausilio degli elettro-motori, per favorire lo sviluppo delle industrie rurali e per realizzare i massimi rendimenti in ogni lavorazione onde portare l'Italia a bastare a sè stessa per la propria alimentazione, fa voti che il Governo, d'accordo con gli interessati, studi rapidamente i mezzi per convenientemente sussidiare le reti agricole di distribuzione mentre fa caldo appello ai propri soci perchè portino tutto il contributo dei propri studi, diano tutti gli incoraggiamenti del caso onde si possa iniziare al più presto l'elettrificazione dell'agricoltura».

Ing. Schupfer. — Vorrei anzitutto pregare la Presidenza che quando crede opportuno che una comunicazione concluda con un ordine del giorno voglia previamente farlo distribuire per render possibile un esame ponderato. Entrando nel merito esprimo l'amichevole dissenso sul punto in cui l'ordine del giorno chiede un concorso finanziario allo Stato che ha un deficit di miliardi che non sa come colmare.

Sarebbe forse stato più opportuno portarci i risultati finanziari delle elettrificazioni avvenute, ad es. per l'aratura. E' l'energia elettrica più economica di ogni altro sistema, tenuto conto della necessità del bestiame? Se non lo è, non vedo la ragione dell'iniziativa e dell'intervento dello Stato. Non faccio che esprimere un dubbio. E certo se l'iniziativa sorta in Provincia di Roma riesce si è perchè si potè avere l'energia a prezzi di ante guerra.

Quanto al sollevamento d'acqua per le bonifiche noi sappiamo che esse sono pessimi clienti, perchè la loro domanda di energia è saltuaria e non può nemmeno essere preannunciata; è quindi molto dubbio se col costo odierno dell'energia l'esaurire acque per bonifica sia conveniente.

A chiarire il problema, vorrei rinviata la discussione ad altra seduta alla quale i soci potessero prepararsi.

Ing. Civita. — Nella memoria presentata al Congresso Nazionale degli Agricoltori ha riportato numerosi dati che dimostrano come le paure dei precedenti contraddittori siano poco fondate. Il problema deve essere esaminato dal lato economico in relazione al costo delle linee ed al loro migliore sfruttamento. Lo Stato ha già concesso sussidi ed incoraggiamenti di ogni genere, e nulla di più e di nuovo si deve chiedergli se non una chiarificazione ed un coordinamento di almeno una trentina fra leggi e decreti promulgati dal 1876 ad oggi, ammonizzandoli con i più recenti decreti in pro' dell'elettrificazione rurale anche essi poco ben studiati e poco chiari.

Se l'ambiente si dichiara impreparato alla discussione, non ha difficoltà a ritirare l'ordine del giorno, ma non può celarne la sua meraviglia per il fatto che il problema dell'elettrificazione delle campagne è tutt'altro che nuovo in Italia, mentre all'estero è intensamente studiato e considerato, e non dovrebbe essere ignorato nel seno degli aderenti all'A. E. I. Reputa quindi più che mai necessario che venga studiato, che ad esso si dedichi una riunione

annuale, mentre apposita commissione dovrebbe per intanto raccogliere elementi e preparare il materiale per la detta riunione.

Prof. Ferraris, Presidente — Per un ordine del giorno di indole generale in cui si ponesse in evidenza la necessità dell'eletrocoltura poteva bastare una discussione quale oggi poteva seguire. Quanto alla parte specifica del concorso del Governo propongo che gli Ingg. Civita e Schupfer si accordino per un ordine del giorno da presentare e discutere in altra seduta.

Sen. Corbino, — Ricordando alcuni precedenti governativi in materia, muove alcune osservazioni e vorrebbe che l'A. E. I., come organo competente abbia a presentare al Governo proposte concrete.

Su proposta del Presidente la discussione è rinviata ad altra seduta nella quale verrà presentato un ordine del giorno che tenga conto delle varie osservazioni e proposte.

Dovendosi riunire il Comitato Elettrotecnico, il Prof. Ferraris cede la Presidenza al Prof. G. Sartori il quale da la parola all'Ing. M. Ferrero per la sua comunicazione su « *Il sistema Cristiani di utilizzazione delle locomotive a vapore funzionante ad aria compressa* ».

Prof. Sartori — Nel momento attuale in cui si affronta l'elettrificazione generale delle ferrovie il nuovo sistema è un ritorno all'antico e non può quindi che sollevare vive discussioni. Il sistema potrebbe forse aver larga applicazione su strade in luogo dei sistemi a benzina.

Ing. Pedrini. — Per giudicare se questo sistema sia adatto alla Trazione Ferroviaria, sarebbe utile sapere quali spese occorrono per impianti fissi, per modificazioni alle locomotive e per carri tender per bombole.

Se tenendo conto di questi elementi, il sistema Cristiani, risultasse economicamente conveniente a me pare che esso potrebbe trovare utile ed immediata applicazione in molti tronchi dove l'elettrificazione presenta difficoltà sia per il costo delle linee di contatto come per la mancanza di continuità nella fornitura dell'energia elettrica sia per interruzioni dovute a guasti e sia per limitazioni necessarie nelle ore di punta laddove mancano serbatoi di integrazione.

In tali casi infatti e specialmente per tronchi di ferrovie secondarie da 30 — 60 km si potrebbero dimensionare gli impianti fissi di compressione per modo di potere utilizzare l'energia di scarto delle centrali a prezzo molto basso e tale da rendere conveniente la trasformazione.

Ing. M. Ferrero. — Ho considerato la potenza media comprese le fermate per tener conto che anche durante la fermata le Centrali lavorano — quanto all'applicazione del sistema su strade ordinarie cui non si è ancor pensato ringrazio il Prof. Sartori del suggerimento.

Stante l'ora tarda la seduta è tolta.

Il Segretario A. BIANCHI — *Il Presidente* L. FERRARIS

Seduta del 14 Novembre 1920, ore 10.30.

presso l'Istituto Superiore Postale Telegrafico

Presiede il Presidente Generale Prof. L. Ferraris, sono presenti il Sotto Segretario di Stato per le PP. TT. e l'on. Bignami.

Il Prof. G. Di Pirro tratta il tema « *Le perturbazioni induttive sui circuiti telegrafici e telefonici* » (*applausi vivissimi*).

Data l'ora tarda vien data per letta l'altra comunicazione del Prof. Di Pirro « *Su un nuovo tipo di conduttore modello con piccola costante di attenuazione* » e una terza comunicazione del Sig. Cav. A Carletti sul « *Servizio delle intercettazioni telegrafiche e telefoniche* ».

Seduta del 14 Novembre 1920, ore 15.

Presiede il Prof. L. Ferraris Presidente Generale, funge da Segretario l'Ing. A. Bianchi, Segretario Generale.

Ing. L. Calisse — Tiene una Comunicazione avente per titolo « *Cenni sulla teoria della relatività* ».

L'oratore viene calorosamente applaudito ed il Senatore Corbino si unisce al plauso dei Soci rilevando come l'oratore dilettante di fisica abbia trattato in modo squisito e lucido un argomento che i fisico-matematici più particolarmente competenti hanno difficoltà ad esporre con chiarezza.

Prof. G. O. Vallauri. — Tratta a nome suo e del Capit. di Corvetta Giuseppe Pession il tema « *Misure di radiazioni sugli aerei radiotelegrafici* » ed è vivissimamente applaudito.

Prof. Vanni. — Si compiace coi Colleghi Prof. Vallauri e Pession che hanno portato i risultati di studi relativi a un problema di capitale importanza; i radiotelegrafici sono accusati di essere restii nel comunicare dati, e di far una tecnica separata dall'Elettrotecnica restante. Si augura quindi che l'esempio dei colleghi venga seguito.

A parte questo, rileva la delicatezza delle misure radiotelegrafiche, mentre esse diventano ora di importanza capitale, poichè la radiotelegrafia è uscita dal campo empirico per entrare in quello industriale pel quale occorre la migliore utilizzazione dei mezzi disponibili.

Infine l'oratore propone che, a somiglianza di quanto si è già fatto all'estero, nell'occasione della Riunione Annuale l'A. E. I. indica una esposizione di apparecchi elettrici avuto speciale riguardo agli apparecchi di misura. Ne avvantaggerebbero i tecnici e la industria nazionale.

Prof. G. C. Vallauri. — Si associa al Prof. Vanni anche perchè i costruttori italiani costruiscono molto bene e meritano di venire appoggiati.

Prof. Ferraris, Presidente. — Farò carico alla prossima Presidenza della proposta del Prof. Vanni.

Ing. C. Fossa Mancini. — Legge uno « *Studio teorico sperimentale sul colpo d'ariete* » (*vivi applausi*).

Prof. R. Arnò. — Tiene una comunicazione sul tema « *Apparecchi di controllo del fattore di potenza e metodi di misura relativi* » (*vivi applausi*).

ASSEMBLEA GENERALE.

Bilanci.

Prof. L. Ferraris, Presidente. — Tutti hanno ricevuti i *bilanci* e da essi avranno rilevato come nel preventivo 1921 è preveduto un aumento della quota che le Sezioni versano alla Sede Centrale per ogni socio; tale aumento è di L. 10 e di L. 20 rispettivamente pei soci individuali e collettivi. Con questo si provvede però a mala pena alle esigenze dell'Elettrotecnica e alle spese dell'A. E. I.; di più prossimamente avremo maggiori spese per tasse, per affitto, ecc. Perciò la Presidenza ritiene opportuno proporre che questi aumenti vengano portati a L. 15 e L. 40; le quote totali verrebbero ad essere quindi di L. 35 e di L. 70 e potrebbero venire stabilite con modificazione allo Statuto per referendum profittando della prossima votazione per le cariche alla Presidenza Generale.

La proposta di referendum viene approvata.

Dopo chiarimenti sui bilanci anche questi vengono approvati.

Soci Vitalizi. — Il Consiglio ha pure recentemente discusso la questione dei soci vitalizi ai quali ora è assegnata una quota assai bassa da dividersi fra Sezione e Centrale, e che dovrebbe costituire due fondi intangibili, ecc. Il Consiglio stesso ha deciso di proporvi di porre a referendum la istituzione di soci vitalizi (individuali) con quota minima di L. 2000, e di soci perpetui (collettivi) con quota minima di L. 5000, da versarsi alla Sede Centrale che rimborserà anno per anno finchè il socio vive il contributo che il socio avrebbe versato come socio ordinario alla Sezione dedotta la quota spettante alla Sede Centrale.

La quota di tali Soci dovrebbe costituire un capitale inalienabile.

Dopo qualche osservazione, l'Assemblea approva la votazione per referendum della proposta.

Vice Segretario Generale. — Il Segretario Generale, che è pure Direttore dell'Ufficio Centrale, è sovraccarico di lavoro e non vi ha chi lo possa sostituire nelle assenze. Si propone quindi di indire pure il referendum per l'istituzione di un Vice Segretario Generale anche per evitare l'assunzione di un impiegato di concetto, il quale porterebbe un onere molto notevole. Al Vice Segretario Generale dovrebbesi poter assegnare un compenso.

La proposta viene approvata.

Ing. G. Banfi. — Propongo un voto di plauso cordiale e affettuoso al nostro Presidente Prof. Ferraris che ha dato tanto lustro alla nostra Associazione nel passato triennio; di esso resterà singolarmente grato il ricordo dello sviluppo dato all'Associazione che vide aumentare in modo straordinario il numero dei Soci, e il ricordo della importanza e della riuscita delle Riunioni Annuali (*applausi prolungati*).

Prof. L. Ferraris, Presidente. — Della vostra stima, del vostro affetto io sono ben persuaso; è per questo che mi è riuscito quanto ho tentato di fare, è per questa intimità che ho potuto ben comprendere quali erano i voti dei soci, e coordinarli ad un solo intento (*applausi ripetuti e vivissimi*).

Il Segretario A. BIANCHI — *Il Presidente* L. FERRARIS

Errata corrige.

Note della Redazione, N. 20 del 15 Luglio 1921, pag. 441.

Nella Nota (*) va scritto:
Vedasi questo Giornale - Vol. VIII - Fascicolo 28-29 - pag. 519; invece di pag. 184.

VOL. VIII (XXV degli Atti) 5 Settembre 1921 N. 24

L'ELETTROTECNICA

GIORNALE ED ATTI DELLA

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

REDAZIONE ED AMMINISTRAZIONE: VIA SAN PAOLO, 10 - MILANO - TELEFONO N. 20-86

REDATTORE CAPO: A. BARBAGELATA - REDATTORI: U. BORDONI - M. SEMENZA - G. VALLAURI

È GRADITA LA COLLABORAZIONE DEI LETTORI - GLI ARTICOLI DI INTERESSE GENERALE ACCETTATI DALLA REDAZIONE SONO COMPENSATI

I MANOSCRITTI NON SI RESTITUISCONO

Il prossimo Congresso in Sicilia.

Grazie sopratutto all'attività ed all'entusiasmo dei Colleghi Siciliani, l'organizzazione della XXVI Riunione, che si svolgerà dal 17 al 23 Ottobre in Sicilia, può oramai dirsi compiuta ed il programma ufficiale, diramato in questi giorni ai Soci dell'Ufficio Centrale — e che riproduciamo più avanti — per quanto porti ancora il titolo di « preliminare » non subirà senza dubbio che dei ben lievi ritocchi. Ed i Consoci vedranno, scorrendolo, come la sempre desiderata, e tante volte disgraziatamente rinviata, gita in Sicilia, sia destinata a superare di gran lunga, come interesse, tutti i recenti e pure riuscitissimi convegni sociali. Nonostante l'entità dello spostamento e il conseguente lungo periodo di assenza dai propri affari che la Riunione imporrà ai Colleghi residenti nel Nord, non v'è dubbio che le iscrizioni affluiranno assai numerose. Non abbiamo accennato alla questione della spesa, perchè, come i lettori vedranno, la cordiale generosità degli ospiti Siciliani, ha permesso di ridurre al disotto di ogni più ardita speranza quella relativa al soggiorno nell'isola, mentre la ottenuta concessione della tariffa differenziale B consentirà di dimezzare all'incirca le spese del viaggio ferroviario e marittimo.

E' dunque permesso affermare a priori il brillante successo della Riunione Siciliana per la parte turistica. Per la parte tecnica le comunicazioni annunciate sono assai numerose ed interessanti e bastano ad assicurare la riuscita del Congresso considerandolo alla stregua delle precedenti riunioni. Ma non oseremmo sperare che l'auspicata rinnovazione dei nostri convegni, che dovrebbero perdere il loro carattere un po' accademico per far posto ad interessanti e proficue discussioni possa felicemente affermarsi a Palermo ed a Catania. Nonostante le ripetute insistenze della Presidenza Generale e nostre, solo due Autori hanno finora inviato il testo delle loro comunicazioni. Poichè solo quaranta giorni ci separano dal Congresso, è quindi dubbio che tutte le altre possano essere pubblicate in tempo utile per coloro che intenderebbero partecipare alla discussione. Sappiamo benissimo quanto siano occupati e sempre in lotta colla brevità del tempo, gli egregi Colleghi che si sono sobbarcati alla fatica di intrattenerci al Congresso; ma non vorremmo che in qualcuno sopravvivesse il timore che la pubblicazione preventiva abbia a menomare l'interesse della comunicazione orale. E' questa, in realtà, un'opinione ancora assai diffusa, ma che, giustificata nel campo artistico, è del tutto infondata in quello scientifico-tecnico, dove le rivelazioni sensazionali che possono meravigliare o commuovere un'assemblea, sono oggi pressochè impossibili. Rinnoviamo perciò ancora una volta un vivo appello a tutti i ritardatari.

★

Uno degli argomenti messi in discussione nel prossimo Congresso sarà quello della trasmissione dell'energia elettrica, proveniente dai grandi impianti della Calabria, attraverso lo stretto di Messina. — Sono state proposte tre diverse soluzioni: una grande campata aerea, l'uso di cavi sottomarini e l'escavazione di una galleria sotto il fondo del mare. Oggi pubblichiamo la relazione dell'Ing. FERRANDO sull'attraversamento aereo, e la faremo seguire, in un prossimo fascicolo, da quella dell'Ing. Emanueli sull'impiego di cavi. La discussione che ci auguriamo possa seguire sull'argomento, non è evidentemente destinata a sostituirsi all'esame critico e particolareggiato dei tecnici a cui sarà poi affidata la responsabilità della grande opera; ma data l'importanza e l'interesse più che locale del problema, è bene che un Consesso di competenti possa discuterlo nelle sue linee generali e fondamentali.

Sulla capacità dei cavi trifasi.

Pubblichiamo oggi un notevole studio teorico e sperimentale del Dott. SACCHETTO sulla capacità di cavi trifasi cordati, che non mancherà di interessare gli studiosi dell'argomento. Il lavoro si ricollega con quelli dell'Ing. Emanueli dei quali si occupò recentemente la Sezione di Milano e che pubblicheremo prossimamente. Avremo allora occasione di ritornare sulla questione.

LA REDAZIONE.

STUDIO TEORICO SPERIMENTALE SULLE CAPACITA' DEI CAVI TRIFASI CORDATI

Dott. ETTORE SACCHETTO

PARTE PRIMA.

Espressioni e misure delle capacità nei cavi trifasi cordati.

Per determinare le capacità dei cavi polifasi si parte dal problema generale dell'equilibrio elettrico dei conduttori studiato in elettrostatica.

Un cavo trifase costituisce un sistema di quattro conduttori uno dei quali, l'involucro di pb., circonda completamente gli altri.

Le espressioni di Maxwell che danno le relazioni lineari omogenee tra le cariche Q_0, Q_1, Q_2, Q_3 ed i potenziali rispett. V_0, V_1, V_2, V_3 dei singoli condutt. nel sistema elettrostatico assoluto, (supposta la terra a distanza infinita), sono pel caso generale:

$$\left.\begin{aligned} Q_0 &= \gamma_{00} V_0 + \gamma_{01} V_1 + \gamma_{02} V_2 + \gamma_{03} V_3 \\ Q_1 &= \gamma_{10} V_0 + \gamma_{11} V_1 + \gamma_{12} V_2 + \gamma_{13} V_3 \\ Q_2 &= \gamma_{20} V_0 + \gamma_{21} V_1 + \gamma_{22} V_2 + \gamma_{23} V_3 \\ Q_3 &= \gamma_{30} V_0 + \gamma_{31} V_1 + \gamma_{32} V_2 + \gamma_{33} V_3 \end{aligned}\right| \quad (1)$$

i coeff. γ sono costanti indipendenti dai valori delle V e delle Q e dipendono solo dalla forma, dimensione e posizione reciproca dei conduttori.

I coeff. γ_{ii} ad indici eguali sono « coeff. d'autoinduzione elettrostatica » ed esprimono la carica che possiede un conduttore i quando è al potenziale unitario, essendo tutti gli altri condutt. a potenziale zero (uniti idealmente con un filo infinitamente sottile alla terra).

I coeff. γ_{ij} ad indici differenti esprimono la carica che contemporaneamente assume il condutt. j collegato nel modo anzidetto alla terra e sono quindi sempre *negativi*; essi vengono denominati « coeff. d'induzione mutua elettrostatica ».

E' sempre $\gamma_{ij} = \gamma_{ji}$ per cui il determinante del sistema (1) è simmetrico.

Risolvendo il sistema (1) rispetto alle V applicando la regola di Kramer si possono esprimere le V in funzione delle Q.

Consideriamo ora il caso reale d'un cavo in cui il condutt. 0 (tubo di pb.) circonda tutti gli altri. Per le leggi di Faraday sull'induzione elettrostatica la carica sulla sua sup. *interna* è:

$$Q_0 = -(Q_1 + Q_2 + Q_3)$$

qualunque sia la carica che si comunichi alla superf. esterna del pb. e qualunque sia il sistema *esterno* al quale esso appartiene. Le cariche comunicate dall'esterno infatti, per la legge della distribuzione superficiale dell'elettricità, si distribuiscono solo sulla superf. esterna. Però se varia la carica complessiva del pb. varia il suo potenziale e l'equilibrio delle cariche interne è perciò indipendente dal potenz. dell'involucro. Una carica comunicata ad esso dall'esterno si distribuisce indipendentemente dalle cariche interne; se il pb. è collegato a terra il suo potenziale è nullo e la sua carica sulla superficie esterna dipende unicamente dal sistema *esterno* al quale esso appartiene.

Per definizione dei coeff. γ sarà allora:

$$\gamma_{11} = -(\gamma_{10} + \gamma_{12} + \gamma_{13}) = -\sum^{3} \gamma_{ij} \quad (2)$$

ed analogamente per γ_{22} e γ_{33}.

Sostituendo questi valori nel sistema (1) e tenendo conto di quanto abbiamo detto per la carica Q_0 della super. interna del pb., avremo:

$$\left.\begin{aligned} Q_0 &= -(Q_1 + Q_2 + Q_3) \\ Q_1 &= \gamma_{10} (V_0 - V_1) + \gamma_{12} (V_2 - V_1) + \gamma_{13} (V_3 - V_1) \\ Q_2 &= \gamma_{20} (V_0 - V_2) + \gamma_{21} (V_1 - V_2) + \gamma_{23} (V_3 - V_2) \\ Q_3 &= \gamma_{30} (V_0 - V_3) + \gamma_{31} (V_1 - V_3) + \gamma_{32} (V_2 - V_3) \end{aligned}\right| \quad (3)$$

Da questo sistema possiamo dedurre quale sia il significato fisico dei coeff. γ_{ij} ad indici differenti. Nel caso degli ordinari condensatori

la capacità è definita il rapporto tra la carica d'una delle armature e la diff. di poten. tra le due armature, cioè:

$$C = \frac{Q}{V_1 - V_2} .$$

Nel caso d'un cavo trifase consideriamo le capacità (per una data lunghezza e per un dato potere induttore specifico del dielettrico) d'ogni singolo condutt. contro il pb., che sono tre e che indichiamo risp. con C_{10}, C_{20}, C_{30}, più le capacità d'ogni condutt. contro ciascun altro condutt. che saranno le combinazioni di tre oggetti a due a due, cioè tre, e che indichiamo risp. con C_{12}, C_{13}, C_{23}.

La carica dell'armatura costituita dal condutt. 1 sarà la somma delle cariche che ad essa competono come costituente ciascuno dei condensatori C_{10}, C_{12}, C_{13} e che sono rispettivamente

$$c_{10}(V_1 - V_0);\ c_{12}(V_1 - V_2);\ c_{13}(V_1 - V_3)$$

per cui:

$$Q_1 = c_{10}(V_1 - V_0) + c_{12}(V_1 - V_2) + c_{13}(V_1 - V_3)$$

Ed analogamente per gli altri condutt.:

$$\left.\begin{aligned} Q_2 &= c_{20}(V_2 - V_0) + c_{21}(V_2 - V_1) + c_{23}(V_2 - V_3) \\ Q_3 &= c_{30}(V_3 - V_0) + c_{31}(V_3 - V_1) + c_{32}(V_3 - V_2) \end{aligned}\right\} \quad (4)$$

Dal confronto dei sistemi (2) e (3) risulta subito:

$$C_{ij} = -\gamma_{ij} \quad (5)$$

cioè i coeff. γ_{ij} ad indici differenti non sono che le ordinarie capacità, col segno cambiato, tra i condutt. i e j considerati come costituenti le armature d'un condensatore.

Si ha pure per la (2):

$$\gamma_{ii} = \Sigma\, c_{ij} \quad (6)$$

Questa esprime il significato fisico delle γ_{ii}, cioè i coeff. γ_{ii} sono capacità eguali alla somma delle capacità del condutt. i contro tutti gli altri condutt. ed il pb.

Dalla (2) si ha pure:

$$\gamma_{10} = -(\gamma_{11} + \gamma_{12} + \gamma_{13}) \quad \text{ecc.}$$

e sostituendo questi valori nel sistema (1), si ha:

$$\left.\begin{aligned} Q_0 &= -(Q_1 + Q_2 + Q_3) \\ Q_1 &= \gamma_{11}(V_1 - V_0) + \gamma_{12}(V_2 - V_0) + \gamma_{13}(V_3 - V_0) \\ Q_2 &= \gamma_{21}(V_1 - V_0) + \gamma_{22}(V_2 - V_0) + \gamma_{23}(V_3 - V_0) \\ Q_3 &= \gamma_{31}(V_1 - V_0) + \gamma_{32}(V_2 - V_0) + \gamma_{33}(V_3 - V_0) \end{aligned}\right\} \quad (7)$$

Risulta da quest'ultimo sistema che quando il tubo di pb. circonda tutti gli altri condutt. le cariche di questi non dipendono più dal valore assoluto del potenziale dei singoli condutt., ma solo dalla differenza di pot. tra essi ed il pb. Quindi nel sistema (7), che è perfettamente determinato dalle tre ultime relazioni, si introducono così i pot. relativi al pb. anzichè quelli *assoluti*; usando il sistema pratico di misura, le V saranno espresse in Volt e le γ ordinariamente vengono espresse in Microfarad per km di lunghezza.

Il numero dei coeff. γ indipendenti, poichè $\gamma_{ij} = \gamma_{ji}$ è di 6.

Da quanto abbiamo detto circa il significato dei coeff. γ_{ij} ad indici differenti, cioè dal confronto tra le (3) e (4) risulta la possibilità di rappresentare un cavo trifase con gli schemi delle fig. 1 e 2.

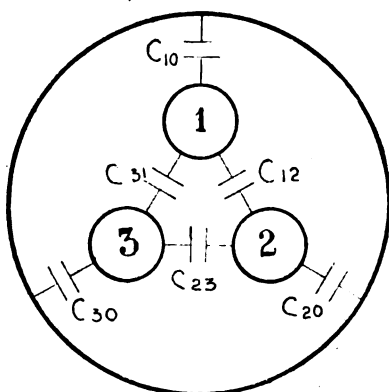



Fig. 1.

Caso della simmetria. — Il cavo trifase cordato è simmetrico quando i condutt. di egual diam. sono immersi in un dielettrico perfettamente omogeneo ed in posizione identica rispetto ad esso. Nella sezione retta i 3 cerchi che li rappresentano hanno i centri su d'una circonferenza concentrica al pb. ed equidistanti tra loro, cioè costituenti i vertici del triangolo equilatero inscritto (fig. 3).

Per ragioni di simmetria, sarà:

$$\gamma_{11} = \gamma_{22} = \gamma_{33}$$
$$\gamma_{12} = \gamma_{13} = \gamma_{23}$$

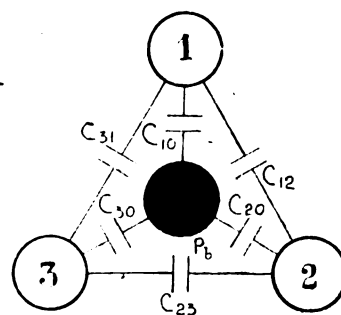



Fig. 2.

Il numero dei coeff. indipendenti che nel caso generale era di 6 si riduce nel caso della simmetria a 2, che indicheremo con:

$$\gamma_{11} \text{ e } \gamma_{12} .$$

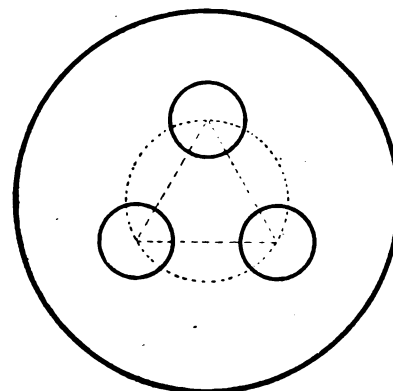



Fig. 3.

In quanto segue considereremo solo cavi trifasi simmetrici che del resto, salvo casi speciali e ben inteso entro i limiti di esattezza consentiti dalla costruzione, costituiscono i cavi d'energia ordinari.

Capacità fittizie del cavo trifase e loro misura – Determinazione dei coefficienti γ.

Dalle (8) risulta che in generale non è possibile esprimere il rapporto $\frac{Q}{V}$ tra la carica d'un condutt. ed il suo potenziale risp. al pb. mediante una costante dipendente solo dalle proprietà geometriche del sistema, comunque varino le cariche ed i potenziali e qualunque sia l'ordine dei condutt. Quindi non si potrà parlare per i cavi polifasi di capacità vera nel senso definito per gli ordinari condensatori.

Collegando particolarmente condutt. e pb. tra loro è possibile ridurre il cavo trifase paragonabile ad un ordinario condensatore alle cui armature si applica una differ. di pot. V: la sua capacità viene chiamata allora « capacità fittizia » del cavo in quel particolare collegamento. Essa si può misurare con uno dei metodi ordinari; nelle misure correnti si ricorre a quello balistico che si basa, come è noto, sulla carica e scarica di quel particolare condensatore attraverso ad un galvanometro balistico.

In quanto segue supporremo sempre il pb. collegato a terra, come, salvo casi particolari, risulta in pratica.

Consideriamo le seguenti capacità fittizie del cavo trifase che esprimeremo in funzione sia dei coeff. γ_{11} e γ_{12} che delle capacità C_{10} e C_{12} (il passaggio da una forma all'altra risulta subito dagli schemi equivalenti o dalle relazioni (5) e (6)):

A) Capacità d'uno dei condutt. (condutt. 1) contro gli altri due ed il pb. a terra (fig. 4 e 5).

Sarà in tal caso:

$$V_1 = V ;\ V_2 = V_3 = 0 .$$

Dal sistema (8) risulta subito

$$\frac{Q_1}{V} = \gamma_{11}\ C_A$$

e dallo schema equivalente:

$$C_A = c_{10} + 2\,c_{12}$$

Quindi il coeff. γ_{11} si ottiene da una semplice misura balistica. Questa capacità viene chiamata anche « capacità ordinaria » perchè è quella che viene indicata nelle misure correnti sui cavi polifasi e viene espressa in Microfarad per km di lunghezza.

B) Capacità d'un conduttore (condutt. 1) contro il pb. a terra e gli altri due condutt. isolati (fig. 6 e 7).

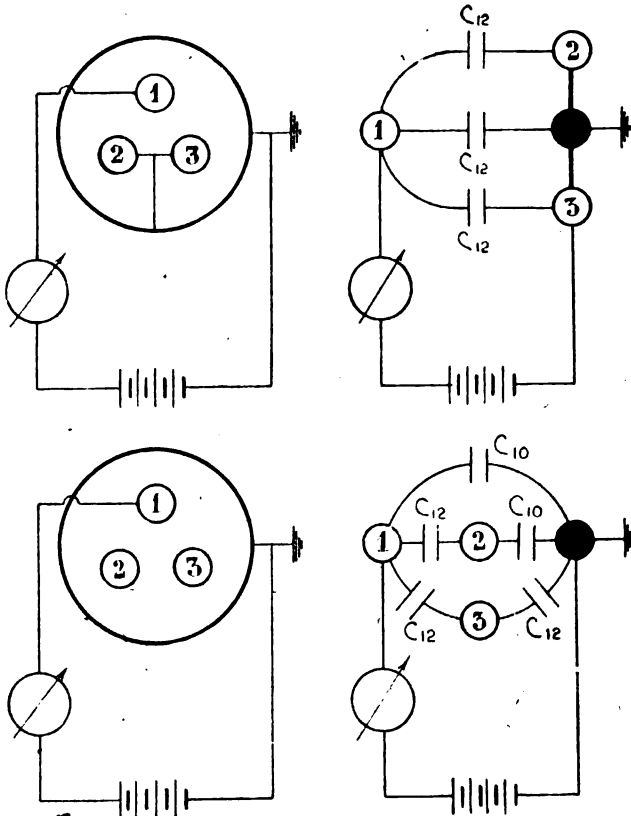



Fig 4-5-6-7.

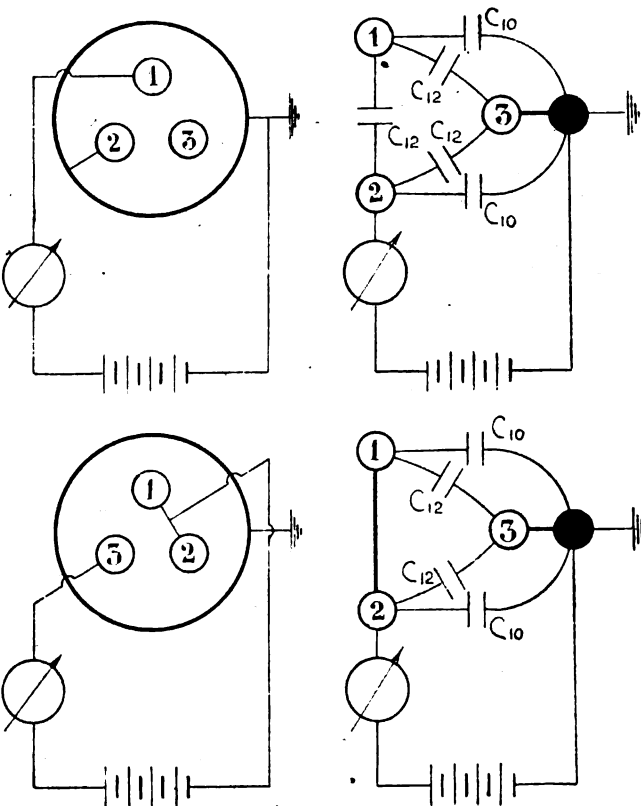



Fig. 8-9-10-11.

Sarà in tal caso:

$$V_1 = V \quad ; \quad Q_2 = Q_3 = 0\,.$$

Sostituendo questi valori nel sistema (8) e sommando le due ultime relazioni, avremo:

$$V_2 + V_3 = -\,V\,\frac{2\,\gamma_{12}}{\gamma_{11} + \gamma_{12}}$$

e sostituendo nella prima:

$$\frac{Q}{V} = C_B = \gamma_{11} - 2\,\frac{\gamma_{12}^2}{\gamma_{11} + \gamma_{12}}$$

o dallo schema equivalente:

$$C_B = C_{10} + 2\,\frac{C_{10}\,C_{12}}{C_{10} + C_{12}}\;;$$

C) Capacità di condutt. 1 contro il pb. ed il condutt. 3 a terra, essendo il condutt. 2 isolato (fig. 8 e 9).

Sarà in tal caso:

$$V_1 = V\;;\quad V_3 = 0\;;\quad Q_2 = 0$$

Dalla seconda relazione del sistema (8) risulta

$$V_2 = -\,V\,\frac{\gamma_{12}}{\gamma_{11}}$$

Sostituendo nella prima:

$$\frac{Q_1}{V} = C_C = \frac{\gamma_{11}^2 - \gamma_{12}^2}{\gamma_{11}}$$

o dallo schema equivalente:

$$C_C = c_{10} + c_{12} + \frac{c_{12}\,(c_{12} + c_{10})}{c_{10} + 2\,c_{12}}\;;$$

D) Capacità dei condutt. 1 e 2 in parallelo contro il pb. ed il condutt. 3 a terra (fig. 10 e 11).

Sarà in tal caso:

$$V_1 = V_2 = V \quad ; \quad V_3 = 0$$

Dalla prima relazione del sistema (8) si ha:

$$\frac{Q_1}{V} = \gamma_{11} + \gamma_{12}$$

ed essendo i condutt. 1 e 2 in parallelo la capacità risultante sarà doppia, cioè:

$$C_D = 2\,(\gamma_{11} + \gamma_{12})$$

o dallo schema equivalente:

$$C_D = 2\,C_{10} + C_{12}\;;$$

E) Capacità dei condutt. 1 e 2 in parallelo contro il pb. a terra ed il condutt. 3 isolato (fig. 12 e 13).

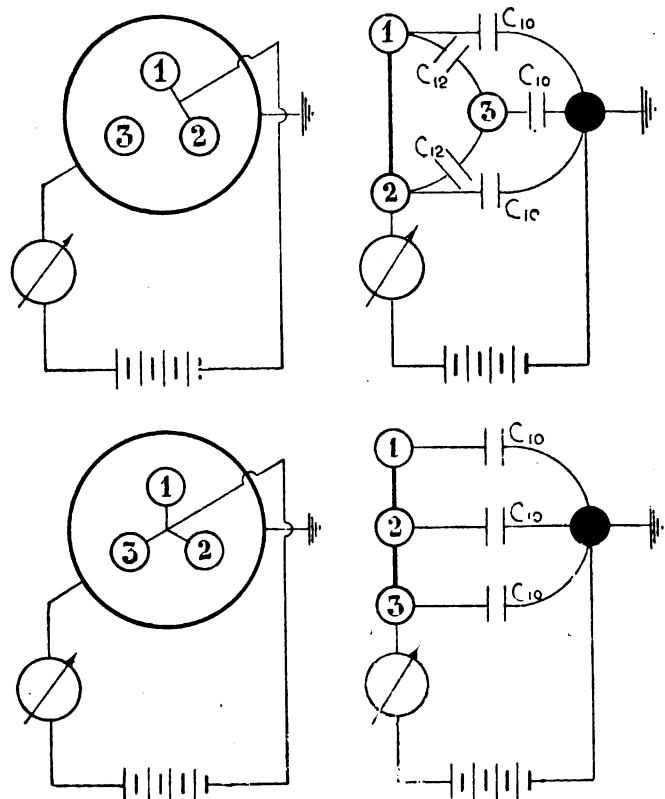



Fig. 12-13-14-15.

Sarà in tal caso:

$$V_1 = V_2 = V \quad ; \quad Q_3 = 0$$

Dalla terza relazione del sistema (8) si ha:

$$V_3 = -\,\frac{2\,\gamma_{12}}{\gamma_{11}}\,V$$

e sostituendo nella prima:

$$\frac{Q_1}{V} = \gamma_{11} + \gamma_{12} - 2\,\frac{\gamma_{12}^2}{\gamma_{11}}$$

Essendo i condutt. 1 e 2 in parallelo la capacità risultante sarà doppia, cioè:

$$C_E = 2 \left\{ \gamma_{11} + \gamma_{12} - 2 \frac{\gamma_{12}^2}{\gamma_{11}} \right\}$$

o dallo schema equivalente:

$$C_E = 2\ C_{10} + \frac{2\ C_{12}\ C_{10}}{C_{10} + 2\ C_{12}}.$$

F) Capacità dei tre condutt. in parallelo contro il pb. a terra (fig. 14 e 15).

Sarà in tal caso:

$$V_1 = V_2 = V_3 = V$$

Per cui da una qualsiasi relazione del sistema (8) avremo:

$$Q = \gamma_{11}\ V + 2\ \gamma_{12}\ V = V\ (\gamma_{11} + 2\ \gamma_{12})$$

$$\frac{Q}{V} = (\gamma_{11} + 2\ \gamma_{12})$$

E poichè i tre condutt. sono in parallelo la capacità risultante sarà:

$$C_F = 3\ (\gamma_{11} + 2\ \gamma_{22})$$

o dallo schema equivalente:

$$C_F = 3\ C_{10}\ ;$$

G) Capacità tra i condutt. 1 e 2, centro della batteria e pb. a terra, il condutt. 3 a terra od isolato (fig. 16 e 17).

La capacità fittizia per questo particolare collegamento è detta « capacità mutua » tra i condutt., 1 e 2 sulla sua misura, data l'importanza che assume specie nei cavi telefonici, ci soffermeremo più innanzi.

Sia da prima il condutt. 3 a terra.

Risulta in tal caso:

$$V_1 = +\ V\ ; \quad V_2 = -\ V\ ; \quad V_3 = O$$

Dalla prima relazione del sistema (8) si ha:

$$Q_1 = V\ (\gamma_{11} - \gamma_{12})$$

Fig. 16-17-18.

La differenza di potenz. fra i due condutt. è $v = 2\ V$, per cui si ha sostituendo:

$$Q = \frac{v}{2}\ (\gamma_{11} - \gamma_{12})$$

$$\frac{Q}{v} = C_G = \frac{1}{2}\ (\gamma_{11} - \gamma_{12})$$

o per lo schema equivalente:

$$C_G = \frac{C_{10}}{2} + \frac{C_{12}}{2} + C_{12}$$

Se il condutt. 3 anzichè a terra fosse isolato (fig. 18) nel caso della simmetria il risultato è evidentemente il medesimo giacchè si avrebbe ancora $V_3 = 0$.

Notiamo che per eseguire in una sol volta la misura della « capacità mutua » gli interruttori *a*, *b* oppure *c*, *d* devono chiudersi contemporaneamente e ciò si ottiene usando commutatori bipolari come è indicato nelle figure.

Riassumendo, pel cavo trifase avremo:

TABELLA I.

Collegam.	Piombo	Batteria 1° polo	Batteria 2° polo	Cond. isolati	Condut. a terra	Capacità Fittizie	Note
A	a terra	cond. 1	a terra	—	2 e 3	$C_A = \gamma_{11} = C_{10} + 2\ C_{12}$	capacità ordinaria del cond. 1
B	"	" 1	"	2 e 3	—	$C_B = \gamma_{11} - \frac{2\ \gamma_{12}^2}{\gamma_{11} + \gamma_{12}} = C_{10} + 2\ \frac{C_{10}\ C_{12}}{C_{10} + C_{12}}$	
C	"	" 1	"	2	3	$C_C = \frac{\gamma_{11}^2 - \gamma_{12}^2}{\gamma_{11}} = C_{10} + C_{12} + \frac{C_{12}(C_{12} + C_{10})}{C_{10} + C_{12}}$	
D	"	" 1 e 2	"	—	3	$C_D = 2\ (\gamma_{11} + \gamma_{12}) = 2\ C_{10} + 2\ C_{12}$	
E	"	" 1 e 2	"	3	—	$C_E = 2 \left\{ \gamma_{11} - \gamma_{12} - 2 \frac{\gamma_{12}^2}{\gamma_{11}} \right\} = 2\ C_{10} + \frac{2\ C_{10}\ C_{12}}{C_{10} + 2\ C_{12}}$	
F	"	" 1,2,3	"	—	—	$C_F = 3\ (\gamma_{11} + 2\ \gamma_{12}) = 3\ C_{10}$	
G	"	" 1	cond. 2	centro a terra	batteria 3	$C_G = \frac{1}{2}\ (\gamma_{11} - \gamma_{12}) = \frac{C_{10}}{2} + \frac{C_{12}}{2} + C_{12}$	capacità mutua tra i cond. 1,2

Noti i valori di due capacità fittizie si ricavano da essi i singoli coeff. γ_{11} e γ_{12}. Ordinariamente si misurano le capacità ordinaria $C_A = \gamma_{11}$ e capacità mutua tra 1 e 2 $C_G = \frac{1}{2}\ (\gamma_{11} - \gamma_{12})$. Sostituendo in questa il valore di γ_{11} ottenuto dalla prima si ha il valore del coeff. γ_{12} che è sempre negativo. Questo coeff. si può anche misurare direttamente collegando il condutt. 1 ad un polo della batteria ed il

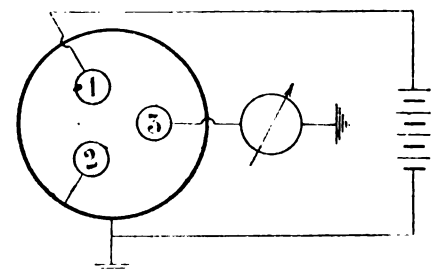



Fig. 19.

condutt. 2 a terra attraverso ad un galvanometro balistico (fig. 19) essendo il terzo condutt. ed il pb. a terra. Per misure di capacità e di resistenze d'isolamento sono usati nei Laboratori Elettrici delle Fabbriche dei cavi dei tavoli di misura che permettono di operare con rapidità e sicurezza. Le misure sono basate sul metodo di confronto con capacità e resistenze campioni. Le capacità vengono praticamente espresse in Microfarad per km di lunghezza:

$$\varphi = \frac{\delta_b}{K_b \times l}\ \text{microF./km}$$

δ_b = deviazioni date dal cavo;

K_b = Costante balistica o deviazioni del campione di capacità riferite ad 1 microfarad;

l = lunghezza in km del cavo.

Diamo qui gli schemi di tavoli usati nei Gabinetti Elettrici della « Società Italiana Pirelli ».

Lo schema della fig. 20 rappresenta un tavolo per ordinarie misure d'isolamento e di capacità.

Lo schema della fig. 21 rappresenta un tavolo completo per eseguire tutte le misure delle quali abbiamo finora parlato, cioè capacità ordinaria, capacità mutua, capacità induttiva.

Per le linee di soccorso, cioè per le linee che uniscono i tavoli di misura con i condutt. del cavo, vengono usati condutt. di tipo speciale ad anello di guardia (fig. 22). Questo è collegato al circuito

principale in tal modo che le correnti di dispersione e le cariche di capacità verso terra delle linee non vengono segnate dal galvanometro (fig. 23).

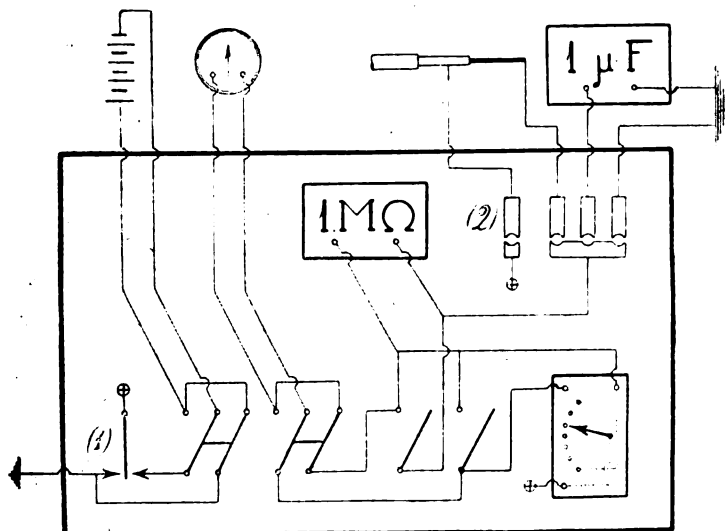



Fig. 20. — 1) Chiave di cabine - 2) Anello di guardia - [X]) Connessione col tavolo la cui superficie è metallica.

Nelle misure d'isolamento e della capacità ordinaria le linee di soccorso così costruite non hanno quindi influenza. Per quanto riguarda la misura pratica della « capacità mutua » sarà opportuno esporre qualche considerazione. Abbiamo visto (fig. 17 e 18) che il centro della batteria va posto a terra affinchè i due condutt. siano a potenziale uguale ma di segno contrario. Con i tavoli di misura bisogna tener conto delle linee di soccorso (che sono due, una per ciascun condutt. (fig. 21), dei condutt. e degli organi di collegamento: per avere quindi i potenz. $+V$ e $-V$ ai condutt. bisognerà mettere a

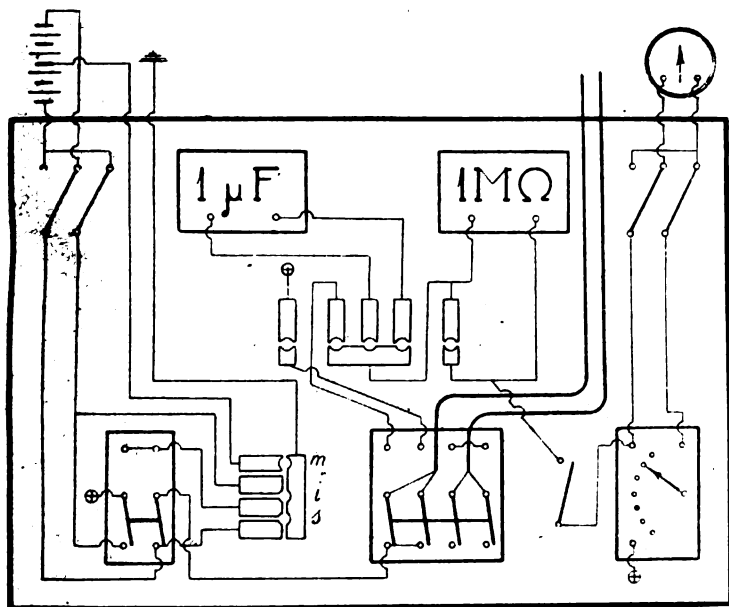



Fig. 21. — m) Interruttore per la misura della capacità mutua - i) Id. per la misura del coefficiente γ_{12} - s) Id. per la misura della capacità ordinaria γ_{11}.

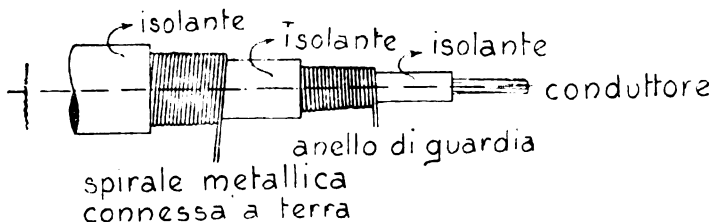



Fig. 22.

terra il centro del sistema che comprende batteria, linee di soccorso e le parti del tavolo, la qual cosa non è certo agevole. Più conveniente sarebbe chiudere gli estremi delle linee di soccorso su d'una resistenza (fig. 24) e metterne a terra il centro se la resistenza è molto grande, oppure un punto conveniente previa misura delle diff. di potenz. verso gli estremi, che dovranno risultare uguali.

In tal caso gli squilibri di capacità delle linee (linee non bilanciate) non hanno influenza sulle misure. Infatti le capacità g_1 e g_2

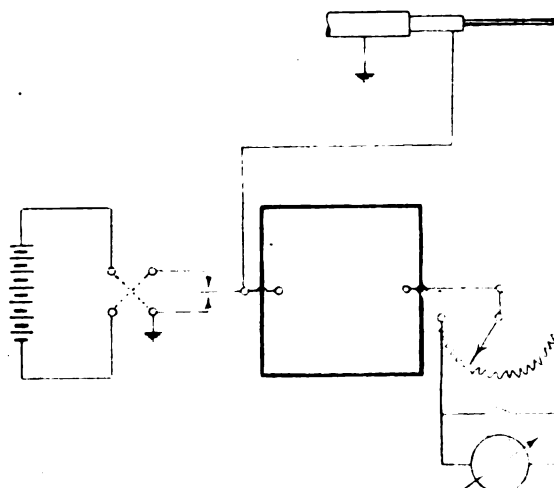



Fig. 23.

di ciascuna linea di soccorso verso terra sono in parallelo con quelle verso terra dei rispettivi condutt. tra i quali si misura la capacità mutua (fig. 25), ma derivate prima del Galvanometro, in modo che la carica

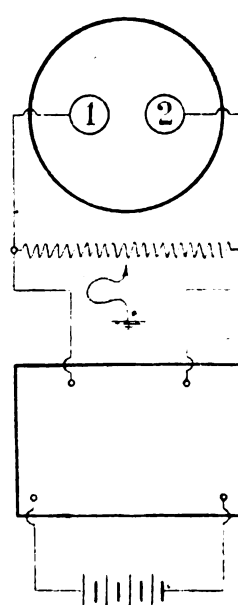
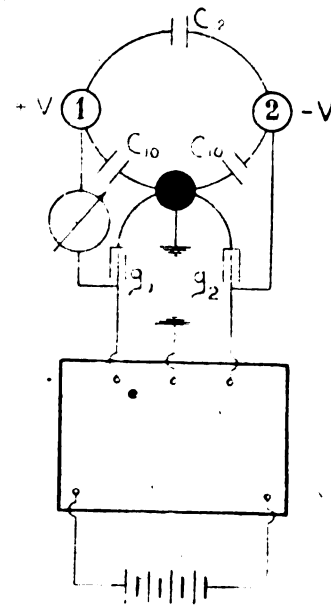



Fig. 24. Fig. 25.

relativa ad esse non viene misurata. Ora se il pb. è esattamente al centro del sistema, cioè se i condutt. risulteranno rispetto a questo ai potenz. $+V$ e $-V$ anche scambiando i condutt. (sempre nel caso della simmetria) o le linee tra loro, le deviazioni del Galvanometro rimarranno invariate, quando anche fossero differenti le capacità ordinarie delle linee ($g \pm g$).

Taluni preferiscono isolare perfettamente il sistema di misura, anzichè metterne il centro del sistema a terra (fig. 26).

In tal caso (fig. 27) le capacità delle linee di misura verso terra essendo in parallelo con quelle dei rispettivi condutt. verso terra, ne risulta (considerando ad esempio un cavo a 2 condutt.) che i gruppi $c_{10} + g_1$ e $c_{10} + g_2$ sono tra loro in serie, ammettendo che il sistema di misura sia perfettamente isolato. Ora se le linee sono bilanciate scambiandole fra loro non si avranno differenze nei risultati e la capacità mutua misurata sarà sempre

$$C_{12} + \frac{C_{10}}{2}$$

nel caso del cavo simmetrico.

Quindi se il sistema di misura è isolato converrà sempre bilanciare le linee.

Se invece $g_1 \pm g_2$ si può facilmente calcolare l'errore di misura dovuto allo sbilanciamento. Infatti se il sistema è isolato dette v_1 e v_2 le differenze di potenz. rispetto alla terra dei condutt., si deve avere:

$$(C_{10} + g_1)\, v_1 = -(C_{10} + g_2)\, v_2$$

Da cui è:

$$v_2 = - v_1 \frac{C_{10} + g_2}{C_{10} + g_1}$$

La carica del condutt. 1 è

$$q_1 = C_{12} (v_1 - v_2) + C_{10} v_1$$

ed essendo la capacità mutua che si misura C data da:

$$C_m = \frac{q}{v_1 - v_2}$$

avremo:

$$C_m = C_{12} + C_{10} \frac{v_1}{v_1 - v_2};$$

ossia sostituendo a v_2 il valore trovato:

$$C_m = C_{12} + \frac{1}{1 + \frac{C_{10} + g_1}{C_{10} + g_2}}$$

la capacità mutua reale è:

$$C_{12} + \frac{C_{10}}{2}$$

per cui si vede che se $g_1 = g_2$ le due espressioni hanno ugual valore, mentre se $g_1 > g_2$ si esegue una misura di capacità mutua in *difetto*, se invece $g_1 < g_3$ si esegue una misura in *eccesso*.

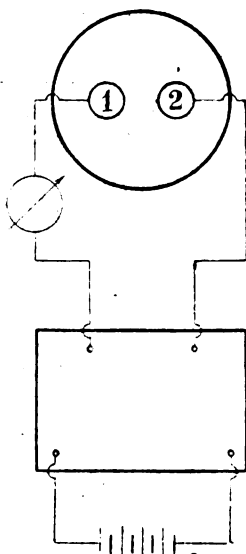
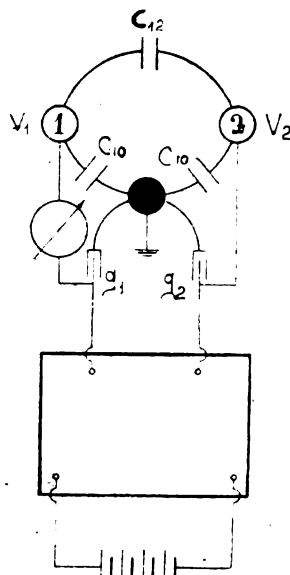



Fig. 26. Fig. 27.

Le differenze saranno tanto più rilevanti quanto maggiore è lo sbilanciamento tra le linee.

Formule analoghe si avranno pel caso di cavi polifasi.

Cavi trifasi d'energia alimentati in trifase a tensione alternata.

Capacità d'esercizio. — E' di grande importanza pratica il calcolo delle correnti di capacità assorbite in condizioni normali o particolari di funzionamento dalle singole anime d'un cavo trifase alimentato a tensione alternata. Vediamo come si possa giungere al calcolo di queste correnti di carica mediante la formula dei condensatori ordinari:

$$I = \omega C V$$

Per poter applicare quanto dedotto in precedenza dovremo ammettere che il sistema rappresentato dal cavo si trovi in equilibrio elettrostatico in ciascun istante del periodo. Dovrà perciò ritenersi che in ciascun istante del periodo la tensione in tutti i punti d'un condutt. sia la medesima e ciò è lecito ritenere verificato per le frequenze industriali ed inoltre, se il cavo è in funzionamento, che la caduta di tensione lungo il condutt. sia trascurabile. Supporremo inoltre che la tensione applicata sia sempre sinusoidale.

Indicheremo con lettere minuscole i valori istantanei delle cariche, delle correnti e delle tensioni rispetto al piombo e con le rispettive maiuscole i loro valori massimi.

Il sistema (8) in un dato istante del periodo, diventa, dividendo ciascuna relazione per la tensione dei rispettivi condutt.:

$$\left.\begin{aligned} \frac{q_1}{v_1} &= \gamma_{11} + \gamma_{12} \frac{v_2 + v_3}{v_1} \\ \frac{q_2}{v_2} &= \gamma_{11} + \gamma_{12} \frac{v_1 + v_3}{v_2} \\ \frac{q_3}{v_3} &= \gamma_{11} + \gamma_{12} \frac{v_1 + v_2}{v_3} \end{aligned}\right| \quad (9)$$

Colleghiamo il pb. a terra e chiudiamo i 3 condutt. ai morsetti d'un generatore trifase il cui centro, se esiste, sia a terra (fig. 28).

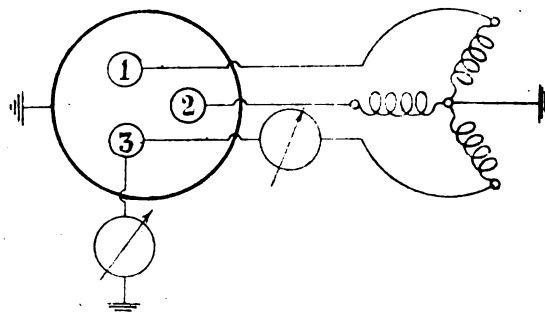



Fig. 28.

Le tensioni applicate ai condutt. siano rispettivamente in ogni istante rappresentate da:

$$v_0 = 0 \; ; \; v_1 = V \operatorname{sen} \omega t = V \varepsilon^{j \omega t};$$

$$v_2 = V \operatorname{sen}\left(\omega t + \frac{2\pi}{3}\right) = V \varepsilon^{j\left(\omega t + \frac{2\pi}{3}\right)}; \; v_3 = V \operatorname{sen}\left(\omega t + 2\frac{2\pi}{3}\right) = $$

$$= V \varepsilon^{j\left(\omega t + 2\frac{2\pi}{3}\right)}$$

Esprimiamo in funzione di tali tensioni i 3 rapporti tra le v figuranti nei secondi membri delle (9). Avremo:

$$\frac{v_2 + v_3}{v_1} = V \frac{\varepsilon^{j\left(\omega t + \frac{2\pi}{3}\right)} + \varepsilon^{j\left(\omega t + 2\frac{2\pi}{3}\right)}}{V \varepsilon^{j \omega t}} =$$

$$= \varepsilon^{j \frac{2\pi}{3}} + \varepsilon^{j 2 \frac{2\pi}{3}}$$

Poichè

$$\cos \frac{2\pi}{3} = \cos 120^\circ = -\frac{1}{2} \; ; \; \cos 2\frac{2\pi}{3} = \cos 240^\circ = -\frac{1}{2}$$

$$\operatorname{sen} \frac{2\pi}{3} = \operatorname{sen} 120^\circ = \frac{\sqrt{3}}{2} \; ; \; \operatorname{sen} 2\frac{2\pi}{3} = \operatorname{sen} 240^\circ = -\frac{\sqrt{3}}{2}$$

Avremo:

$$\frac{v_2 + v_3}{v_1} = \cos \frac{2\pi}{3} + j \operatorname{sen} \frac{2\pi}{3} + \cos 2\frac{2\pi}{3} + j \operatorname{sen} 2\frac{2\pi}{3}$$

cioè:

$$\frac{v_2 + v_3}{v_1} = -1$$

Così pure:

$$\frac{v_1 + v_3}{v_2} = \frac{\varepsilon^{j \omega t} + \varepsilon^{j\left(\omega t + 2\frac{2\pi}{3}\right)}}{\varepsilon^{j\left(\omega t + \frac{2\pi}{3}\right)}} = \frac{1 + \varepsilon^{2\frac{2\pi}{3}}}{\varepsilon^{\frac{2\pi}{3}}} =$$

$$= \varepsilon^{2\frac{\pi}{3}} + \frac{1}{\varepsilon^{\frac{2\pi}{3}}}$$

$$\frac{v_1 + v_3}{v_2} = -\frac{1}{2} + j\frac{\sqrt{3}}{2} + \frac{1}{-\frac{1}{2} + j\frac{\sqrt{3}}{2}} = -\frac{1}{2} + j\frac{\sqrt{3}}{2} -$$

$$-\frac{1}{2} - j\frac{\sqrt{3}}{2} = -1$$

Ed anche:

$$\frac{v_1 + v_2}{v_3} = \varepsilon^{\frac{2\pi}{3}} + \frac{1}{\varepsilon^{2\frac{2\pi}{3}}} = -1$$

Poichè questi rapporti in ciascun istante sono sempre eguali tra lor anche le tre espressioni del sistema (9) sono pure in ciascun istante eguali tra loro, per cui chiamando con $\frac{q}{v} = C$ il loro valor comune, avremo sempre in ciascun istante:

$$\frac{q}{v} = C = \gamma_{11} - \gamma_{12}$$

Da cui è:

$$q = Cv$$

Derivando rispetto a t, avremo:

$$\frac{dq}{dt} = i = C \frac{dv}{dt}$$

E sostituendo alle v i rispettivi valori:

$$i_1 = \omega\, C\, V \operatorname{sen}(\omega\, t + 90^0)\,;\quad i_2 = \omega\, C\, V \operatorname{sen}\left(\omega\, t + \frac{2\,\pi}{3} + 90^0\right)$$

$$i_3 = \omega\, C\, V \operatorname{sen}\left(\omega\, t + 2\,\frac{2\,\pi}{3} + 90^0\right)$$

che esprimono i valori istantanei delle correnti di carica assorbite per ciascun condutt. Le ampiezze di queste correnti sono eguali fra loro e date da:

$$I = \omega\, C\, V = \omega\, V\,(\gamma_{11} - \gamma_{12})$$

per cui se il cavo trifase è alimentato in trifase con tensione sinusoidale la corrente di carica assorbita da ciascuna fase si può calcolare mediante la formula degli ordinari condensatori:

$$I = \omega\, C\, V$$

in cui è:

$$C = \gamma_{11} - \gamma_{12}$$

(V è la tensione di fase: introducendo la tensione concatenata I va diviso per $\sqrt{3}$).

Questa capacità viene chiamata « Capacità d'esercizio » del cavo trifase ed è quella che più interessa nella pratica.

Confrontando questo valore con quello della capacità mutua C_0 misurata col metodo balistico si vede che « la capacità d'esercizio è il doppio della capacità mutua tra 2 condutt. del cavo trifase » e si potrà quindi ottenere da una sola misura balistica.

Cavi trifasi alimentati a tensione alternata monofase.

Seguendo lo stesso procedimento usato per il calcolo delle capacità fittizie nel caso statico sostituendo al posto delle cariche Q e dei potenziali V i valori istantanei delle cariche q e delle tensioni v che si hanno collegando, nel modo spiegato, i condutt. anzichè ai poli d'una batteria ai morsetti d'un generatore di c. a. monofase, nulla sarà variato nei risultati. Quindi le capacità fittizie per il cavo alimentato in monofase restano quelle riassunte nella tabella 1ª, che a differenza della « capacità d'esercizio » sono indipendenti dalla forma della tensione applicata. Se poi questa è sinusoidale la corrente di carica si calcolerà sempre con la formula:

$$I = \omega\, C\, V$$

in cui C è la capacità fittizia corrispondente al particolare collegamento dei condutt. adottato.

PARTE SECONDA.

Determinazione teorica e sperimentale delle capacità fittizie in funzione delle dimensioni nei cavi trifasi simmetrici cilindrici.

In questa parte esporremo come si possa dedurre a priori dalle dimensioni d'un cavo trifase simmetrico le capacità fittizie e quindi i valori dei coeff. γ.

Considereremo sempre cavi trifasi non solo simmetrici e cilindrici, ma *normali*, cioè cavi aventi lo spessore isolante tra fase e fase

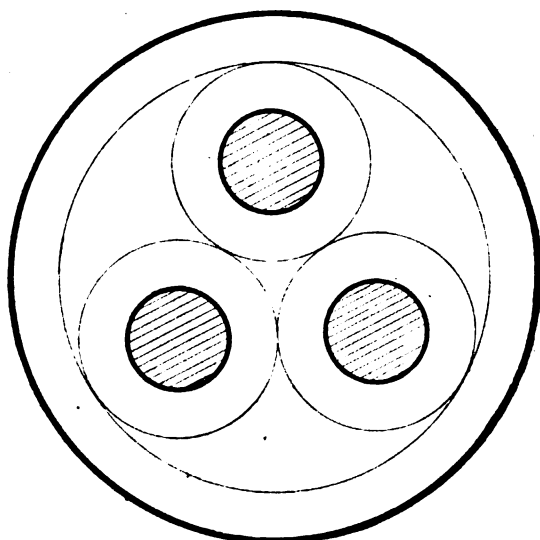



Fig. 29.

eguale a quello tra fasi e pb., per modo che, detti d_r il diametro del conduttore ed s lo spessore isolante (fig. 29) si abbia:

$$D = \left(\frac{2}{\sqrt{3}} + 1\right)(s + d_r) + s \text{ ossia } D = 2{,}15\,(s + d_r) + s$$

diametro sotto pb.

Il problema propostoci si può risolvere sia ricorrendo al principio delle immagini nei cilindri circolari dovuto a Lord Kelvin, sia ricorrendo allo studio della distribuzione del campo elettrostatico nei cavi in particolari condizioni di collegamento dei conduttori. Siccome la distribuzione del campo elettrost. nei cavi polifasi è difficilmente calcolabile, ma è invece rilevabile sperimentalmente con sufficiente esattezza, applicheremo il metodo del principio delle immagini pel calcolo teorico e quello dello studio della distribuzione del campo per quello pratico.

Paragrafo 1.

Trattazione teorica.

Le formule che dedurremo saranno valide approssimativamente, perchè il problema è suscettibile d'una rigorosa trattazione matematica solo quando i conduttori si riducano a linee elettrizzate.

I risultati teorici saranno perciò applicabili praticamente solo entro certi limiti. Notiamo che anche una formula matematicamente rigorosa nella pratica condurrebbe a valori solo approssimati dato che l'isolante nel cavo non è un mezzo omogeneo, ma si compone di varie parti, relativamente omogenee, come: isolante sulle fasi, riempitivi, isolante esterno, che sono necessariamente discontinue. Tali parti hanno un potere induttivo specifico differente fra loro e quindi il valore della costante dielettrica del mezzo, che bisogna introdurre per la determinazione delle capacità, è di per sè stesso indeterminato, sia pure entro limiti ristretti, e condurrebbe a risultati approssimati anche partendo da formule rigorose.

Sia il cavo trifase simmetrico rappresentato nella fig. 30 e chiamiamo d la distanza degli assi dei singoli conduttori dall'asse del

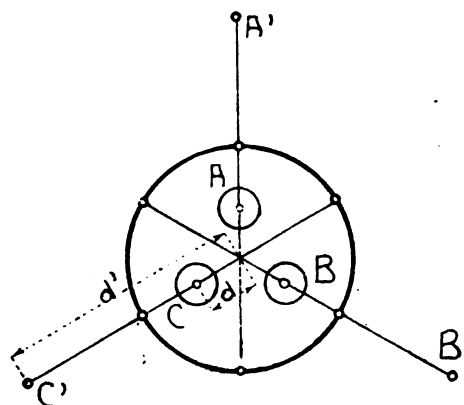



Fig. 30.

cavo. I conduttori possiedano ciascuno la carica $+q$ per unità di lunghezza, ma in luogo di essi consideriamo, per un momento, i loro assi: A, B, C che supporremo linee elettrizzate di densità $+q$.

Le loro immagini rispetto al cilindro rappresentato dal pb. siano risp. le linee elettrizzate A', B', C' di densità $-q$ e chiameremo d' la loro distanza dall'asse del cavo. Nella sezione retta i punti A, A'; B, B'; C, C' sono coniugati armonici rispetto ai punti d'incontro della circonferenza esterna col diametro passante per essi, per cui è:

$$d\, d' = R^2$$

Il potenziale in un punto qualsiasi M interno è dato, per il principio delle immagini

per la linea elettrizzata A da $V_1 = K - 2\,q \log_e \frac{r_1}{r_1'}$

» » » » B » $V_2 = K - 2\,q \log_e \frac{r_2}{r_2'}$

» » » » C » $V_3 = K - 2\,q \log_e \frac{r_3}{r_3'}$

Il potenziale nel punto M sarà quindi:

$$V_M = V_1 + V_2 + V_3 = C - 2\,q \log_e \frac{r_1}{r_1'}\,\frac{r_2}{r_1'}\,\frac{r_3}{r_3'} \tag{10}$$

Per un punto del pb. il potenziale è dato:

Per la linea elettrizzata A da $V_1 = K - 2\,q \log_e \frac{\rho_1}{\rho_1'} = K - 2q \log_e \frac{R-d}{d'-R}$

» » » » B » $V_2 = K - 2\,q \log_e \frac{\rho_2}{\rho_2'} = K - 2q \log_e \frac{R-d}{d'-R}$

» » » » C » $V_3 = R - 2q \log_e \frac{\rho_3}{\rho_3'} = K - 2q \log_e \frac{R-a}{d'-R}$

per cui sarà:

$$V_{pb} = C - 2\,q \log_e \left(\frac{R-d}{d'-R}\right)^3 = \text{costante}$$

Risulta quindi che il pb. è una superf. equipot.

Poichè abbiamo visto che: $d\,d' = R^2$ potremo scrivere:

$$\frac{R-d}{d'-R} = \frac{d\left(\frac{R}{d}-1\right)}{R\left(\frac{R}{d}-1\right)} = \frac{d}{R}$$

Il potenziale del pb. sarà quindi:

$$V_{pb} = C - 2\,q\log_e\left(\frac{d}{R}\right)^3$$

Fissiamo che il potenziale del pb. sia zero, sarà allora:

$$V_{pb} = 0 \qquad C = 2\,q\log_e\left(\frac{d}{R}\right)^3$$

Il potenziale in un punto M interno sarà quindi, per la (10):

$$V_M = 2\,q\log_e \frac{r_1'}{r_1}\,\frac{r_2'}{r_2}\,\frac{r_3'}{r_3}\,\frac{d^3}{R^3} \qquad (11)$$

Allora le superf. equipot. del sistema saranno date da questa espressione eguagliata a costante.

Consideriamo ora le superf. dei conduttori. Se esse coincidessero con le superf. equipot. del sistema rappresentate dalla (11), il problema sarebbe risolto matematicamente, perchè per tutti i punti esterni a dette superf. possiamo sostituire alle linee elettrizzate uno strato di massa $+q$ per unità di lunghezza distribuito sulle superf. stesse secondo una certa legge.

Ma siccome i conduttori invece sono cilindrici, bisognerà supporre che le loro superf. esterne siano piccole in modo da poter senza grave errore ritenere che soddisfino alla (11); in ciò sta l'imprecisione del metodo che non può essere che approssimato. Quindi se il raggio dei condutt. è piccolo, il rapporto $\frac{r_1'}{r_1}$ che si riferisce ad un punto della superf. del conduttore 1 si potrà esprimere approssimativamente con $\frac{AA'}{r} = \frac{d'-d}{r}$.

La carica $+q$ per unità di lunghezza anzichè sulle linee elettrizzate si deve perciò supporre distribuita su superf. cilindriche concentriche ad esse, per modo che il potenziale di ciascuna sarà dato per la (11) da:

$$V_c = 2\,q\log_e\left\{\frac{d'-d}{r}\cdot\frac{AB'}{AB}\,\frac{AC'}{AC}\,\frac{d^3}{R^3}\right\}$$

Poichè:

$$\frac{d'-d}{R} = \frac{R^2-d^2}{r\,d}$$

$$\overline{AB'}^2 = d^2 + d'^2 - 2\,d\,d'\cos 120^\circ = d^2 + d'^2 + d\,d'$$

$$AB = AC = BC = d\sqrt{2}$$

$$AB' = AC' = BA' = BC' = CA' = CB' = \sqrt{d'^2 + d^2 + d\,d'} = \frac{\sqrt{R^4 + d^2R^2 + d^4}}{d}$$

Il potenziale di ciascun conduttore sarà dato da:

$$V_c = 2\,q\log_e\left\{\frac{R^2-d^2}{r\,d}\,\frac{d^4+R^2d^2+R^4}{3\,d^4}\,\frac{d^3}{R^3}\right\}$$

$$V_c = 2\,q\log_e\frac{R^6-d^6}{3\,r\,d^2R^3}\ ;\ \text{da cui}\ \frac{q}{V_c} = C_1 = \frac{1}{2\log_e\left\{\frac{R^6-d^6}{3R^3d^2r}\right\}}$$

ed essendo i 3 conduttori in parallelo, la capacità sarà:

$$C = \frac{3}{2\log_e\frac{R^6-d^6}{3R^3d^2r}}$$

in unità elettrostatiche c. g. s. per unità di lunghezza e per un potere induttore specifico $\varepsilon = 1$.

Per esprimerla in unità pratiche e precisamente come si usa, in microfarad per km di lunghezza, poichè:

1 km $= 10^5$ cm ed 1 microF $= 9\,.\,10^5$ unità elettrost. c. g. s.

avremo:

$$C = \frac{3\,\varepsilon}{2\log_e\frac{R^6-d^6}{3R^3d^2r}}\,\frac{1}{9}\ \text{microFarad/km.}$$

Il caso considerato si verifica quando i 3 conduttori del cavo simmetrico siano collegati in parallelo e si applichi una differenza di potenziale V tra essi ed il pb.

Nella prima parte abbiamo trovato che in tal caso la capacità fittizia del cavo è: $3\,(\gamma_{11} + 2\,\gamma_{12})$, per cui risulta:

$$3\,(\gamma_{11} + 2\,\gamma_{12}) = \frac{1}{9}\,\frac{3\,\varepsilon}{2\log_e\frac{R^6-d^6}{3R^3d^2r}}\ \text{microF/km} \qquad (12)$$

Per trovare i singoli coeff. γ_{11} e γ_{12} occorre trovare l'espressione di un'altra capacità fittizia, per esempio la capacità mutua tra i conduttori 1 e 2, che, come abbiamo visto nella prima parte, è espressa da:

$$C = \frac{1}{2}\,(\gamma_{11} - \gamma_{12})$$

I condutt. 1 e 2 possiedano risp. le cariche $+q$ e $-q$ ed al terzo non si comunichi carica; allora se il sistema è simmetrico la carica del terzo condutt. sarà nulla.

Seguendo il metodo del caso precedente, applicando il principio delle immagini, avremo che il pot. in un punto interno M sarà dato da:

$$V_M = C - 2\,q\log_e\frac{r_1}{r_1'} + 2\,q\log_e\frac{r_2}{r_2'} = C - 2\,q\log_e\frac{r_1}{r_1'}\,\frac{r_2'}{r_2} \qquad (13)$$

Per i punti del pb. sarà:

$$V_{pb} = C - 2\,q\log\frac{\rho_1}{\rho_1'}\,\frac{\rho_2'}{\rho_2}$$

e poichè abbiamo visto che, se il cavo è simmetrico, risulta:

$$\frac{\rho_1}{\rho_1'} = \frac{\rho_3}{\rho_2'} = \frac{d}{R}$$

sarà:

$$V_{pb} = C$$

e fissando che il pb. sia al potenziale zero, risulta $C = 0$.

Sostituendo la (13) diventerà infine:

$$V_M = 2\,q\log_e\frac{r_1'}{r_1}\,\frac{r_2'}{r_2'}$$

Quest'espressione eguagliata a costante rappresenta le superf. equipot. del sistema.

Per le superf. dei condutt. 1 e 2 supposte di raggio piccolo, come nel caso precedente, avremo:

$$v_1 = 2\,q\log_e\frac{R^2-d^2}{r\,d}\,\frac{d^2\sqrt{3}}{\sqrt{R^4+R^2d^2+d^4}} = $$

$$= 2q\log_e\frac{d\sqrt{3}}{r}\,\frac{R^2-d^2}{\sqrt{R^4+R^2d^2+d^4}}$$

Ed analogamente:

$$v_2 = -\,2\,q\log_e\frac{R^2-d^2}{r}\,\frac{d\sqrt{3}}{\sqrt{R^4+R^2d^2+d^4}} = -\,v_1$$

Allora la capacità mutua cercata sarà espressa da:

$$C = \frac{q}{v_1 - v_2} = \frac{q}{2\,v_1}\ \frac{1}{4\log_e\frac{R^2-d^2}{r}\,\frac{d\sqrt{3}}{\sqrt{R^4+R^2d^2+d^4}}}$$

Ed in unità pratiche:

$$C = \frac{1}{2}\,(\gamma_{11} - \gamma_{12}) = \frac{1}{9}\ \frac{1}{4\log_e\frac{R^2-d^2}{r}\,\frac{d\sqrt{3}}{\sqrt{R^4+R^2d^2=d^4}}} \qquad (14)$$

microF/Km.

Dalle (12) e (14) si possono ricavare subito i coeff. γ_{11} e γ_{12}.

Si ha:

$$\gamma_{11} = \frac{1}{27}\,\varepsilon\left\{\frac{1}{2\log_e\frac{R^6-d^6}{3R^3d^2r}} + \frac{1}{\log_e\frac{d\sqrt{3}}{r}\,\frac{R^2-d^2}{\sqrt{R^4+R^2d^2+d^4}}}\right\}\ \text{mkroF/Km}$$

$$\gamma_{12} = \frac{1}{54}\,\varepsilon\left\{\frac{1}{\log_e\frac{R^6-d^6}{3R^3d^2r}} - \frac{1}{\log_e\frac{d\sqrt{3}}{r}\,\frac{R^2-d^2}{\sqrt{R^4+R^2d^2+d^4}}}\right\}\ \text{mkroF/Km}$$

la quale è un'espressione negativa.

Dalla (14) si ricava la « capacità d'esercizio » che si può scrivere anche:

$$\gamma_{12} - \gamma_{12} = \frac{1}{q}\ \frac{\varepsilon}{\log_e\left\{\frac{3\,d^2}{r^2}\,\frac{(R^2-d^2)^3}{R^6-d^6}\right\}}\ \text{microF/km.}$$

E' interessante far notare per le applicazioni pratiche che ne derivano che, per il caso del cavo simmetrico normale, in cui lo spessore isolante contro il pb. è uguale a quello tra i conduttori, i valori delle capacità si possono esprimere in funzione d'una sola variabile e precisamente in funzione del rapporto $\frac{s}{d_r}$ tra lo spessore isolante ed il diametro del conduttore. Infatti dalla fig. 31 si ha subito:

$$d = \frac{s+d_r}{\sqrt{3}} = \frac{d_r}{\sqrt{3}}\left(1 + \frac{s}{d_r}\right)$$

$$R = d + \frac{d_r}{2} + s = \frac{s+d_r}{\sqrt{3}} + \frac{d_r}{2} + s = s\left(\frac{1}{\sqrt{3}} + 1\right) +$$

$$+\ d_r\left(\frac{1}{\sqrt{3}} + \frac{1}{2}\right) = s\left(\frac{1+\sqrt{3}}{\sqrt{3}}\right) + \frac{d_r}{2}\,\frac{2+\sqrt{3}}{\sqrt{3}} =$$

$$= \frac{d_r}{\sqrt{3}}\left\{\frac{s}{d_r}\,(1+\sqrt{3}) + \frac{1}{2}\,(2+\sqrt{3})\right\}$$

$$R = \frac{d_r}{\sqrt{3}}\left\{2.73\,\frac{s}{d_r} + 1.865\right\}$$

Sostituendo nella (14 bis), avremo:

$$\gamma_{11} - \gamma_{12}) =$$

$$= \frac{1}{9} \frac{\varepsilon}{\log_e \left\{ 4\left(1 + \frac{s}{d_r}\right) \frac{2\left[\left(2.73\frac{s}{d_r} + 1.865\right)^2 - \left(1 + \frac{s}{d_r}\right)^2\right]^3}{\left(2.73\frac{s}{d_r} + 1.865\right)^6 - \left(1 + \frac{s}{d_r}\right)^6}\right.} \text{mkroF/Km}$$

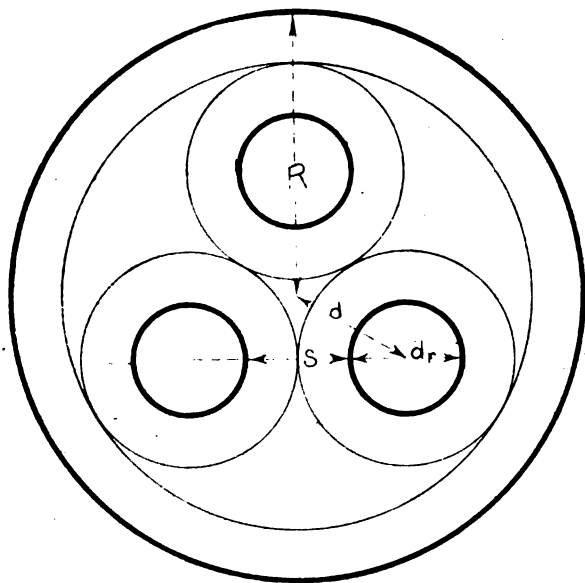



Fig. 31.

Quindi cavi aventi dimensioni differenti, ma per i quali risulti costante il rapporto $\frac{s}{d_r}$ hanno la medesima capacità. Però se per differenti cavi è costante il rapporto $\frac{s}{d_r}$ ciò significa che essi hanno tutte le dimensioni variate nella stessa scala, cioè che le loro sezioni corrispondenti sono figure simili.

Infatti se per due cavi si ha:

$$\frac{s_1}{dr_1} = \frac{s_2}{dr_2}$$

risulta:

$$\frac{s_1}{s_2} = \frac{dr_1}{dr_1} = K$$

E dalla formola esprimente il diametro totale dei cavi trifasi simmetrici normali risulterà pure:

$$\frac{D_1}{D_2} = K$$

PARAGRAFO 2.

Parte sperimentale.

La ricerca dei valori delle capacità nei cavi trifasi si basa sulla determinazione sperimentale della distribuzione del campo elettrostatico quando uno o più conduttori si trovino ad un potenziale V rispetto agli altri conduttori ed al pb.

Abbiamo visto nella parte prima che in tal caso i cavi possono paragonarsi ad ordinari condensatori dei quali si può sempre misurare la capacità con un metodo qualsiasi, ad esempio col metodo balistico.

Se potremo ricavare le capacità fittizie per due casi particolari, ad esempio quello d'un conduttore contro gli altri due collegati al pb. $(C_1 = \gamma_{11})$ e quello dei tre conduttori in parallelo contro il pb. $(C_2 = 3\ (\gamma_{11} + 2\gamma_{12})$ potremo da esse dedurre i valori dei singoli coefficienti γ.

La trattazione matematica del problema riguardante la distribuzione del campo elettrostatico nei cavi è possibile solo in pochi casi ed assume forme complicate. Inoltre per le supposizioni che devono farsi i risultati sono solo approssimativamente applicabili in pratica ed entro limiti ristretti.

Invece sperimentalmente la distribuzione del campo si può rilevare con soddisfacente esattezza e non è approssimata che entro i limiti d'errore sperimentali che si possono ridurre trascurabili.

A spiegazione del metodo sperimentale da noi seguito premettiamo le seguenti considerazioni.

Un dielettrico non è mai in modo assoluto senza conducibilità elettrica. Quando dei conduttori mantenuti a potenziale differente sono immersi in un dielettrico, questo sarà sede d'un fenomeno di *spostamento* che origina il campo elettrostatico, e d'un fenomeno di *conduzione*, dipendente dal valore del suo coeff. di conduttività elettrica. Così se consideriamo la sezione retta d'un cavo, le linee equipotenziali del campo elettrostatico *coincederanno* con quelle equipotenziali della propagazione dell'elettricità in un conduttore a due dimensioni. Ne risulta che la determinazione delle superf. equipotenziali del campo elettrostatico potrà avvenire attraverso alla determinazione delle linee equipotenziali del campo elettrico.

Ne consegue pure:

1°) che la quota, la forma, e la posizione delle superf. equipot. del campo elettrost. sono indipendenti dal potere induttore specifico del mezzo;

2°) che cambiando in scala dimensioni al sistema, cioè variandone proporzionalmente le dimensioni, varieranno nella stessa scala le dimensioni delle superf. equipot.

Partendo da queste considerazioni è stato adottato nel Gabinetto Elettrico di ricerche della « Società Italiana Pirelli » un metodo elettrolitico per l'esplorazione del campo, del quale daremo qui solo qualche cenno [1].

Si costruiscono dei cavi fittizi di dimensioni molto maggiori, ma in scala, rispetto a quelle dei cavi reali da studiare e si immergono i conduttori ed il cilindro metallico, rappresentante il pb., in una vaschetta contenente acqua distillata, che costituisce il dielettrico imperfettamente isolante.

Si collegano i conduttori tra loro ed il pb. nel modo particolare che abbiamo detto sopra a seconda della capacità fittizia che si vuol avere e si applica alle armature del condensatore che ne risulta una diff. di potenziale V.

Per evitare fenomeni d'elettrolisi, e per maggior rapidità e sicurezza nel metodo di misura, anzichè una diff. di pot. continua si applica alle armature una tensione alternata monofase. Nulla sarà variato per questo giacchè le superf. equipot. resteranno definite come luogo dei punti che hanno la medesima *tensione efficace*. La fig. 32 mostra chiaramente come si arrivi con un metodo potenziometrico di riduzione a zero a tracciare le superf. equipot. del sistema. Esse saranno date dalla riproduzione delle linee che un ago esploratore di piccolissime dimensioni, traccia sulla superf. del liquido, nel quale è immerso, quando l'elettrodinamometro è nella posizione di zero, perchè non passa corrente attraverso alla bobina mobile. L'ago è derivato tra le due resistenze R_1 ed R_2 il cui rapporto rispetto alla resistenza totale dà la quota della superf. cercata, quando sia detta 1 la diff. di tensione eff. applicata tra le armature.

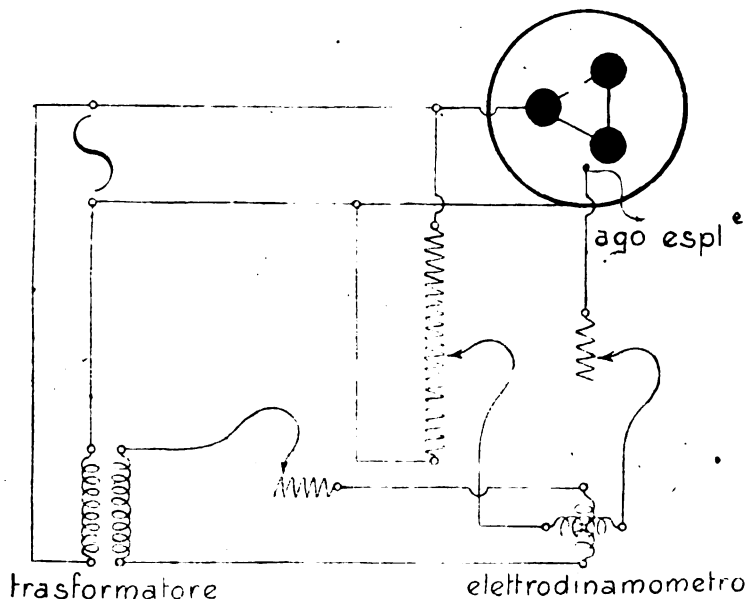



Fig. 32.

Il metodo venne lungamente studiato e modificato fino ad ottenere direttamente il disegno delle linee su d'un foglio rappresentante la sezione retta del cavo.

L'attendibilità dei risultati si conferma con l'esplorazione del campo nei cavi monofasi: i risultati sperimentali *coincidono* con quelli ottenuti dal calcolo matematico entro i limiti del 2%.

[1] La descrizione particolareggiata del metodo sarà data in una prossima pubblicazione dell'Ing. Emanueli Luigi riguardante in particolar modo la distribuzione del campo elettrostatico nei cavi trifasi.

La fig. 33 è una fotografia dell'apparecchio usato.

Ottenute le superf. equipot. pel caso esaminato si deducono le capacità fittizie nel modo seguente.

La capacità d'un condensatore è data dal rapporto tra la carica d'un armatura e la diff. di pot. applicata, $\frac{Q}{V}$, per cui noto V basterà conoscere nello stesso sistema di misura il valore di Q.

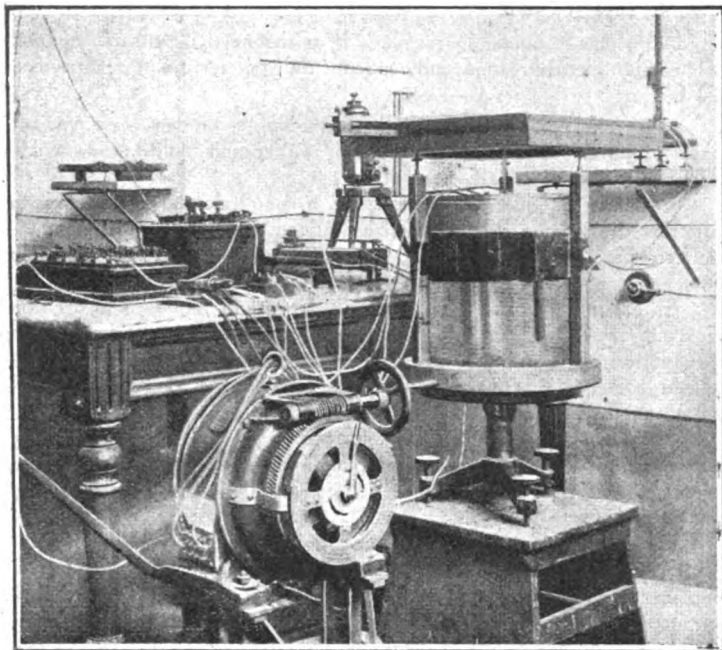



Fig. 33.

In quanto segue considereremo le superf. equipot. per unità di lunghezza del cavo; nella sezione retta esse saranno rappresentate dalla lunghezza delle corrispondenti linee equipot. per cui, lo diciamo una volta per sempre, parlando di lunghezze di linee equipot. intendiamo alludere alle dimensioni della corrispondente superf. per unità di lunghezza.

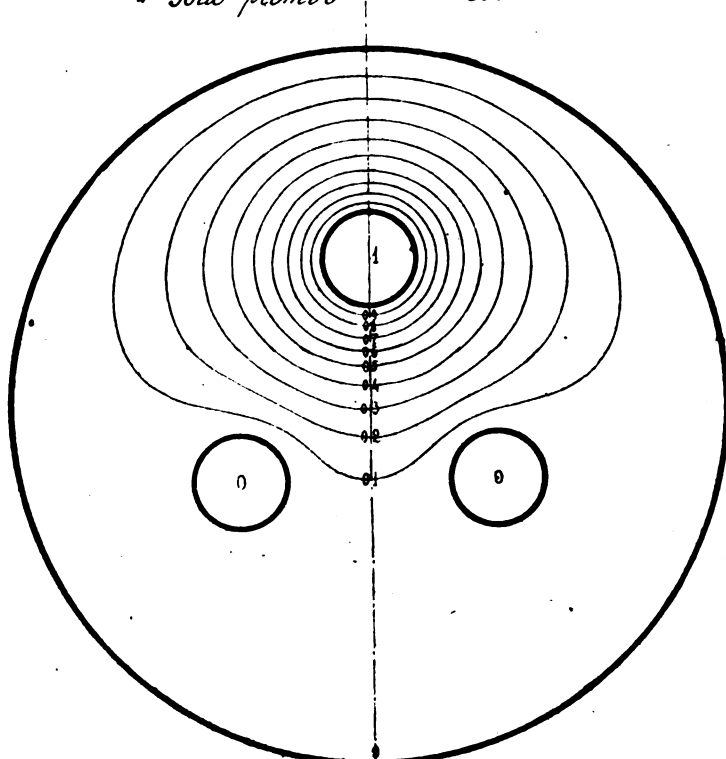



Fig. 34. — Sezione retta dalle superfici equipotenziali in un cavo trifase alimentato in monofase, una fase contro le altre collegate al piombo.

Consideriamo una linea, che può essere anche una linea equipot., che *circondi completamente* l'elettrodo o gli elettrodi non collegati al pb. e dividiamola opportunamente in un certo numero m di tratti Δs.

Dalla distribuzione del campo ricaviamo il valore medio del gradiente $\frac{\partial V}{\partial n}$ nel tratto Δs e normalmente ad esso.

Poichè il valore del vettore elettrico è, pel tratto Δs:

$$F = - \frac{\partial V}{d n}$$

il flusso di forza attraverso il tratto Δs sarà:

$$\Delta \Phi = - \frac{\partial V}{\partial n} \Delta s$$

ed il flusso attraverso tutta la linea, sarà:

$$\Phi = \sum_1^m - \frac{\partial V}{\partial n} \Delta s$$

Il flusso totale vero sarebbe

$$\varphi = \int_s - \frac{\partial V}{\partial n} d s$$

Ma pel teorema di Green, si ha pure:

$$\Phi = 4 \pi \frac{Q}{\varepsilon}$$

in cui ε è il potere induttore specifico del dielettrico.

Calcolato il flusso Φ nel modo anzidetto ricaveremo da questa espressione il valore di Q e facendo il rapporto $\frac{Q}{V}$ esprimeremo la *capacità fittizia* del cavo in funzione di ε.

In questo calcolo bisogna prestare attenzione alle unità di misura e converrà esprimere prima $\frac{\partial V}{\partial n}$ e V in unità elettrostatiche c. g. s. e ricavato il valore della capacità fittizia, ridurlo in unità pratiche, come al solito in microfarad per km di lunghezza, moltiplicando per $\frac{1}{9}$.

Riportiamo nelle figure 34 e 35 le curve equipot. ottenute nei due casi considerati.

Dedotte nel modo esposto le due capacità fittizie, dalla prima avremo subito il coeff. γ_{11} e dalla seconda la capacità $3\ (\gamma_{11} + 2\ \gamma_{12})$ nella quale sostituendo a γ_{11} il suo valore ricaveremo quello di γ_{12}.

Nel calcolo teorico approssimato di questi due coeff. abbiamo visto come essi, e quindi tutte le capacità fittizie per i cavi normali, si possano esprimere in funzione del rapporto $\frac{s}{d_r}$ tra lo spessore isolante ed il diametro del conduttore.

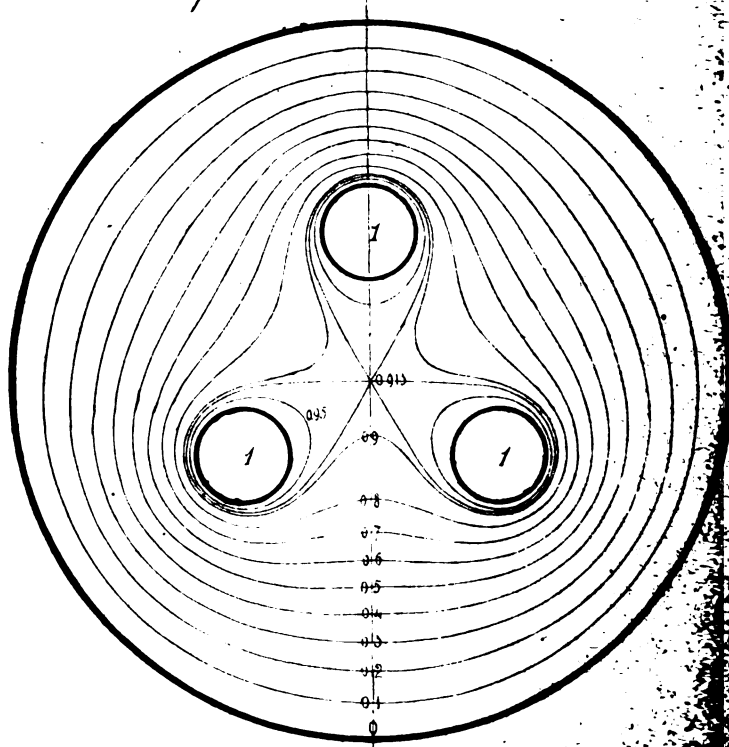



Fig. 35. — Sezione retta delle superfici equipotenziali in un cavo trifase alimentato in monofase, le tre fasi in parallelo contro il piombo.

Dimostriamo come ciò sia vero in generale, cioè come cavi aventi dimensioni differenti ma variate nella stessa scala abbiano la medesima capacità.

Abbiamo visto come variando proporzionalmente le dimensioni di un cavo le superf. equipot. varino nella stessa scala.

Se la scala è di 1 ad r, la linea di livello di lunghezza s sarà divenuta di lunghezza $r s$. Il vettore elettrico nella scala 1, in un punto di essa era:

$$F = - \frac{\partial V}{\partial n} = \lim_{\substack{\Delta V = 0 \\ \Delta n = 0}} - \frac{\Delta V}{\Delta n}$$

cioè

$$F' = \frac{1}{r} F$$

Allora il prodotto:

$$F s = 4 \pi \frac{Q}{s}$$

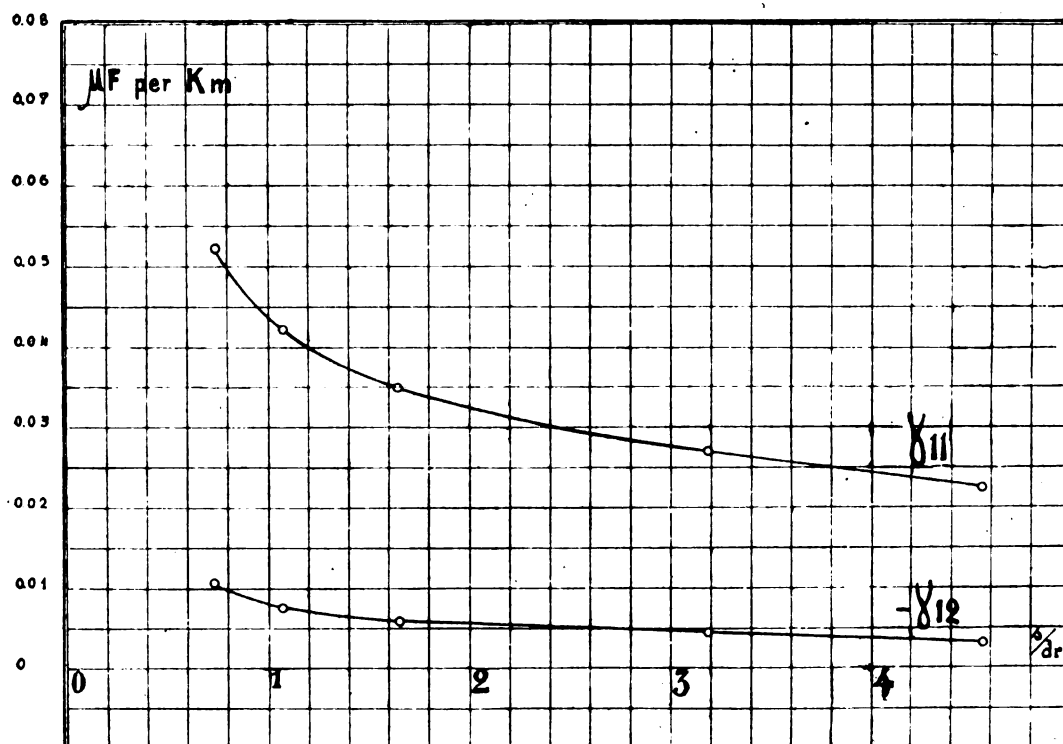



Fig. 36 *a*. — Valori dei coefficienti γ_{11} e γ_{12} dedotti sperimentalmente in funzione del rapporto $\frac{s}{d}$

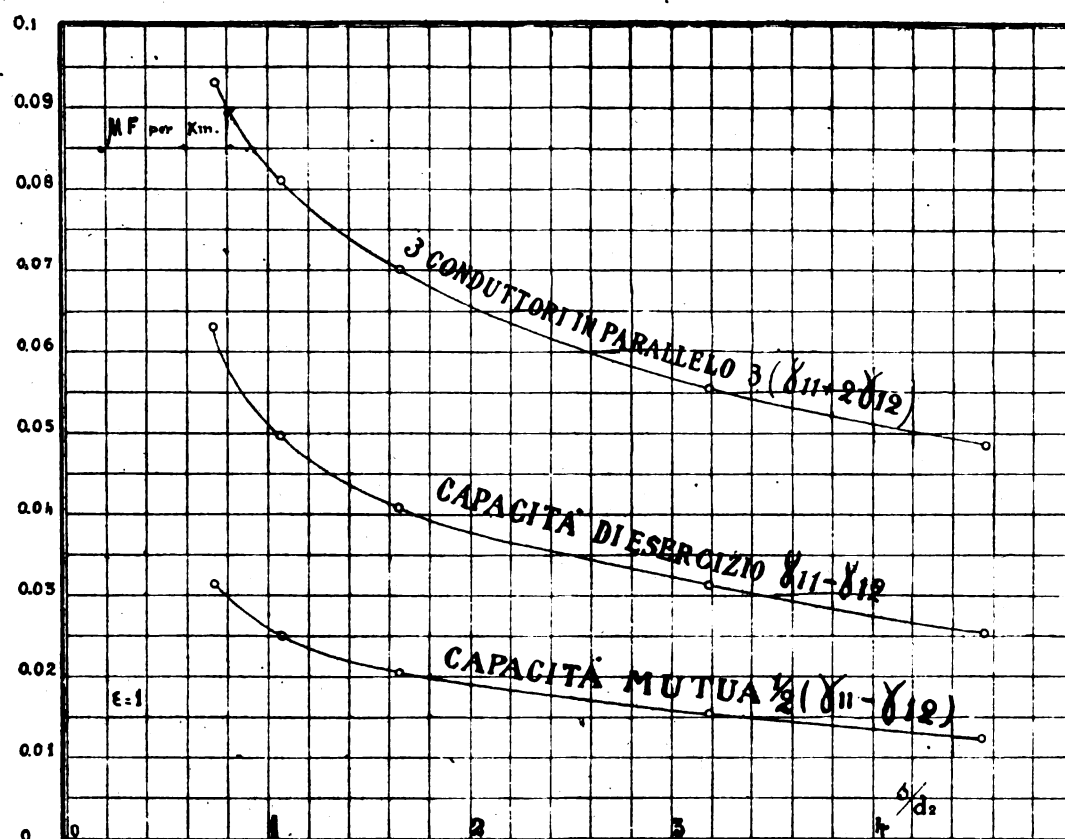



Fig. 36 *b*. — Valori di alcune capacità fittizie e delle capacità di esercizio dedotte sperimentalmente.

Nella scala r, ΔV che è la differenza di tensione tra due linee di quote corrisp. nei due casi, è rimasto invariato, ma la corrisp. distanza fra le due linee è divenuta $r \Delta n$ per cui il vettore elettrico sarà:

$$F' = \lim_{\substack{\Delta V = 0 \\ \Delta n = 0}} - \frac{\Delta V}{r \Delta n} = - \frac{1}{r} \frac{\partial V}{\partial n}$$

sarà nei due casi ancora il medesimo, cioè la carica complessiva essendo invariata rimarrà invariato pure il rapporto:

$$C = \frac{Q}{V}$$

Sarà quindi sempre lecito esprimere le capacità fittizie ed i coeff. γ_{11} e γ_{12} in funzione del rapporto $\frac{s}{d_r}$.

Noi abbiamo fatto l'esplorazione del campo nel modo anzidetto per diversi cavi fittizi nei quali il rapporto $\frac{s}{d_r}$ era differente e cioè:

$$\frac{s}{d_r} = 0{,}372;\ 0.73;\ 1.065;\ 1.645;\ 3.18;\ 4.55.$$

ed in funzione di tale rapporto riportiamo nelle figure 36 i valori in microfarad per km e per $\varepsilon = 1$ dei coeff. γ_{11} e $-\gamma_{12}$ e delle capacità fittizie:

$3(\gamma_{11} + 2\gamma_{12})$ (tre conduttori in parallelo contro *pb*)

$\frac{1}{2}(\gamma_{11} - \gamma_{12})$ (capacità mutua tra *1* e *2*)

$\gamma_{11} - \gamma_{12}$ (capacità d'esercizio del cavo trifase alimentato in trifase)

Dalle curve tracciate noto ε, valore medio della costante dielettrica del cavo, si potrà ricavare il valore delle capacità o dei coeff. per qualsiasi cavo trifase normale, dato il rapporto $\frac{s}{d_r}$.

Come verifica pratica per i cavi reali e non fittizi, abbiamo fatto l'operazione inversa. Abbiamo per diversi cavi trifasi tipo *R* (carta impregnata) della Società Italiana Pirelli misurato, col metodo balistico, le capacità d'un conduttore contro gli altri due ed il pb. a terra (γ_{11}) ed abbiamo calcolato il valore di ε per cui bisogna moltiplicare il corrisp. valore ottenuto dalla fig. 36 per ottenere quello misurato.

Ne diamo qui i risultati:

Cavi trifasi cilindrici tipo R della Soc. Italiana Pirelli.

Valori della capacità ordinaria γ_{11} (un condutt. contro gli altri due ed il pb.)

Cavo		s m/m	d_r m/m	$\frac{s}{d_r}$	microfar/Km misurati	Costante dielettica dedotta dalla fig. 36
3 × 50	mmq.	7	9.2	0.761	0.166	3.21
3 × 16	»	7	5.2	1.346	0.12	3.15
3 × 12	»	6	4.5	1.333	0.118	3.1
3 × 10	»	6	4.2	1.429	0.121	3.25
3 × 10	»	2	3.6	0.556	0.207	3.25
3 × 15	»	4	5.–	0.8	0.157	3.2
3 × 10	»	4	4.1	0.976	0.14	3.2
3 × 120	»	7	14.2	0.493	0.238	3.06
3 × 5	»	2	2.53	0.781	0.158	3.15

Si vede come il valore della costante dielettrica media vari entro limiti assai ristretti, tenuto conto anche che la qualità della carta e della miscela impregnante non potranno essere rigorosamente costanti.

Alla fine di questo lavoro sento il dovere di ricordare il mio superiore Ing. Luigi Emanueli della « Società Italiana PIRELLI » che mi è da tempo guida nelle ricerche sperimentali e negli studi dei problemi riguardanti i cavi elettrici e del quale mi onoro di ritenermi modesto ma affezionato allievo.

BIBLIOGRAFIA

A. DELLA RICCIA. — *Sur la capacité des cables Polyphases.* - (Societé Belge d'Electricité, T. XIX, 1902).

KATH. — *Die Kapacität von Kabeln.* - (E. T. Zeit., 1903, pag. 38).

A. RUSSEL. — *The theory of Alternating Currents.* - (Cambridge Physical, Series 1904).

LEON LICHTENSTEIN. — *a) Uber die rechnerische Bestimmung der Kapacität von Luftleitern und Kabeln.* - (E. T. Z., 1904, pag. 106-124).

b) Beiträge zur theorie der Kabel. - (R. Oldenbourg-München und Berlin, 1908).

REYMOND BOUZON. — *Mesure de la capacité dans les cables armés triphases en vue de l'évaluation du courant de capacitance.* - (Revue Général d'Electricité, Maggio 1919).

RITTER e MORRIS. — *The Capacity and Insulation of cables* (*Post. Office Electr.* Eng. Journal, 1920, Vol. 12, p. 4).

R. W. ATKINSON. — *The Dielectric Field in an Electric Power cable.* - (Proceedings of the A. I. E. E., Giugno 1919).

IL TRASPORTO DI ENERGIA ELETTRICA IN SICILIA. - STUDIO DI MASSIMA DELL'ATTRAVERSAMENTO AEREO DELLO STRETTO DI MESSINA

Ing. GIUSEPPE FERRANDO

Comunicazione per la XXVI Riunione Annuale in Sicilia
Ottobre 1921

Da tempo la Sicilia manifesta la necessità di essere dotata di una fonte rigogliosa e continua di energia elettrica, per dare impulso al traffico ed alle industrie delle sue numerose città, per facilitare lo sfruttamento delle importanti miniere zolfifere della Regione centrale, per alimentare la estesa rete delle sue ferrovie.

L'Isola non presenta, per le condizioni orografiche e climatiche, la possibilità di costruire degli impianti idroelettrici, che diano, in modo continuo, tutto il quantitativo di forza elettrica di cui lamenta la mancanza.

Quindi si è prospettata la opportunità di trasportare l'energia dai grandiosi impianti che la Società della Sila sta costruendo sull'Altipiano Calabrese.

I laghi artificiali della Sila potranno mettere a disposizione della Sicilia 50 000 kW, assolutamente continui. Le centrali sorgeranno presso Cotronei, in provincia di Catanzaro, ad una distanza di 150 km da Villa S. Giovanni; supponendo che una linea primaria, dopo aver passato lo stretto, si diriga a Messina, Catania, Caltanisetta, Palermo e tenendo conto di una probabile distribuzione dei carichi, si viene ad avere un trasporto di 50 000 kW globali ad una distanza virtuale di 300 km. Un tale trasporto è conveniente adottando una tensione altissima; abbiamo fatto un calcolo esatto di questa linea, adottando due terne di conduttori di rame di 12 mm di diametro, posti ad una distanza media di m 4,80, con una tensione in arrivo di 120 000 Volt.

Tenendo conto della campata di attraversamento dello Stretto, eseguita con corde in acciaio come è detto in seguito, e trascurando invece per ora l'influenza dei trasformatori posti alle estremità della linea di cui non possiamo ben prevedere le caratteristiche, abbiamo ricavato che la resistenza di un conduttore è di ohm 62,86, la reattanza di ohm 125,42, la suscettanza di mho $745{,}6 \times 10^{-6}$, la conduttanza nulla. Mantenendo costante la tensione in arrivo di 120 000 Volt si ha in partenza una tensione a vuoto di 114 000 Volt, e a pieno carico di 150 500 ossia la linea presenta una regolazione del 24,3%. Inoltre la perdita è del 12,6%, la corrente di carica di 51 Ampère per terna.

Per migliorare, anzi per rendere nulla la regolazione proponiamo l'adozione di condensatori rotanti posti all'estremo della linea; la capacità di tali condensatori, calcolata col metodo del Peek illustrato dall'Ing. Carlo Ferrari in una sua recente monografia, è risultato di kVA 18 500 per terna. Con questi la tensione in partenza si mantiene costante sui 132 800 Volt, e la perdita scende al 9,1%. Una tale linea verrà sostenuta con isolatori sospesi, appoggiata a pali in ferro che potranno avere la campata normale di m 250; essa, ai prezzi attuali, potrà costare circa 100 000 lire al km.

Vista così rapidamente la possibilità tecnica di eseguire il trasporto di energia a così notevole distanza, vediamo come può essere superato lo Stretto di Messina.

L'attraversamento con una linea elettrica dello Stretto può farsi in diversi modi: alcuni Colleghi hanno studiato la possibilità di adoperare dei cavi monofasi sottomarini ad una tensione di circa 30 000 Volt, da posarsi dove le correnti sono meno veloci. Una tale soluzione è notevolmente costosa richiedendo prima e dopo l'attraversamento una cabina che trasformi la totalità della energia, e inoltre presenta alcuni inconvenienti tecnici tra i quali una notevole caduta di tensione nei cavi che, aggiunta a quella sopra calcolata della linea, richiederebbe l'installazione di una maggiore capacità di regolatori.

Altri hanno studiato la possibilità di costruire un cunicolo sottomarino nel quale si collocherebbero dei cavi trifasi. Questa soluzione è pure molto costosa e fa assegnamento sulla stabilità del sottosuolo; riteniamo mettere in evidenza che la zona è eminentemente sismica e che i rilievi eseguiti prima e dopo il terremoto del 1908 dimostrano che il fondo ha subito delle alterazioni.

Abbiamo quindi creduto opportuno studiare anche l'attraversamento aereo, per dimostrarne la possibilità tecnica e la convenienza economica.

Lo Stretto presenta una larghezza minima di m 3200 considerando nella Calabria il tratto di costa compreso tra Cannitello e Pezzo e nella Sicilia il tratto compreso tra Ganzirri e Torre Faro. Tale distanza può essere superata con una sola campata con treccie di acciaio ad alto grado di resistenza.

Proponiamo di adottare 6 corde aventi il diametro esterno di 18 mm.; ciascuna formata con 61 fili del diametro di 2 mm avvolti a spirale con una sezione complessiva di 198 mmq protetta dai depositi erosivi della salsedine marina da zincatura o da nichelatura.

Ciascuna corda porterà in condizioni normali di carico 117 ampère; tenendo conto della sua lunghezza e della distanza da quelle vicine presenterà una resistenza elettrica di ohm 4,36, una reattanza di ohm 3,42, una suscettanza di mho $10,6 \times 10^{-6}$, una conduttanza nulla. I valori di queste costanti sono compresi nelle costanti sopra indicate di tutta la linea.

Il calcolo dimostra che la curva secondo cui si dispone la corda può ancora considerarsi come una parabola, perchè la grande lunghezza della campata è compensata dal grande carico unitario dell'acciaio sul quale facciamo assegnamento. La freccia massima estiva alla temperatura di 60° a filo scarico è di m 204. Terremo il punto più basso della catenaria a 70 metri della superficie libera del mare per tener conto sia delle onde (alte nello Stretto al massimo 2 metri) che delle navi che vi devono sottopassare (alte al massimo 58 metri) che di un franco di 10 metri. Disporremo le corde a 112 metri l'una dall'altra in modo che, oscillando per effetto del vento, non si incontrino.

Fig. 1.

Tenendo conto della distanza a cui i pali si devono tenere dalla riva, la campata di attraversamento ha una lunghezza di m 3450. Il carico di rottura della corda che proponiamo è di kg/mmq 210; faremo lavorare l'acciaio a 70 kg/mmq, ossia a un terzo del carico di rottura, nelle condizioni più sfavorevoli cioè a temperatura minima (0°) col massimo sovraccarico di vento. Il peso proprio del conduttore è di kg/m 1,60; la velocità massima del vento, come risulta dalle misure sistematiche prese da lunghi anni nell'Osservatorio geodinamico di Messina, è di 110 km/ora ossia di m/sec 30,5; un tale vento produce sulla nostra corda una pressione di kg/m 0,98.

I sostegni, tenendo conto anche del sistema di attacco dei conduttori, risultano alti m 277; i pali posti in fregio al mare saranno semplicemente pali portanti, mentre i conduttori verranno ammarrati ad altri sostegni posti sulle colline adiacenti.

Ogni conduttore avrà i propri pali (sia portanti che di ammarraggio); i pali portanti saranno costituiti del tipo antenna radiotelegrafica, cioè saranno formati da una struttura sottile a traliccio opportunamente controventata. Ognuno di questi pali deve portare la pressione del vento sul conduttore pari a kg 2550 e il vento sul palo stesso che, tenendo conto della velocità di 110 km all'ora sopra indicata, corrisponde ad una forza di 40 000 kg. Il palo inoltre deve portare il peso proprio, quello del conduttore, delle mensole e degli isolatori. Il palo verrà appoggiato alla base sopra un blocco di cal-

cestruzzo a mezzo di una cerniera; sarà di sezione quadrata di lato m 2,80 (ossia 1/100 dell'altezza) controventato secondo le diagonali da quattro ordini di stralli in acciaio inclinati di 60° e di 50° rispetto all'orizzontale. Il palo può così considerarsi come un solido caricato di punta, diviso in quattro tronchi dai controventi e avente quindi una lunghezza libera di flessione di m 69,20. Ogni montante sarà formato da quattro angolari a lati uguali in acciaio affacciati; i tralicci saranno disposti a croce di S. Andrea, inclinati di 45° formati ciascuno da due angolari addossati; altri ferri orizzontali completeranno l'orditura del palo. Il calcolo delle dimensioni dei profilati di acciaio è stato fatto facendo lavorare il metallo a 1/3 del carico di rottura (kg 60 per mq) nelle condizioni più sfavorevoli e tenendo poi conto della riduzione ulteriore del carico unitario imposta dalla pressoflessione. Ogni palo così calcolato pesa kg 52 000. Le corde che controventano il palo, o stralli, destinati a portare la componente di trazione delle forze orizzontali esterne, sono formate con acciaio avente un carico di rottura di 140 kg/mmq; ogni strallo è formato con due funi da 17 mm di diametro; per ogni palo occorrono kg 9600 di funi di acciaio. La base di ciascun palo e i blocchi che ammarrano gli stralli sono formati con calcestruzzo, dimensionati in modo da trasmettere al terreno la compressione di 1 kg/cmq.

Ogni conduttore è appoggiato al palo mediante due carrucole sostenute da due mensole simmetriche rispetto al palo in modo che la losanga possa scorrere liberamente; prima e dopo la losanga abbiamo previsto degli isolatori di ammarraggio affinchè il punto di appoggio sia normalmente fuori di tensione elettrica. Tali isolatori di ammarraggio sono formati da due bastoni in parallelo opportunamente isolati da campane di porcellana e già adoperati con successo in America per i grandi attraversamenti. Anche le carrucole sono per maggior sicurezza isolate dalle mensole con catene multiple di isolatori sospesi. Uno studio definitivo dell'argomento ci porterà ad analizzare tutti i dettagli di questi importanti sostegni che costituiscono la parte più ardita del lavoro.

Le corde di acciaio appoggiate ai predetti pali, si prolungano e si ammarrano a sostegni posti sulle colline adiacenti, come risulta dai disegni allegati; sulla costa calabrese questi sostegni di ammarraggio avranno un'altezza di 20 metri, sulla costa Siciliana invece dovranno avere un'altezza maggiore per la bassa quota che presenta la punta Peloritana. Ognuno di questi pali di ammarraggio deve portare una tensione di kg 14 000 nelle condizioni più sfavorevoli; essi sono previsti con profilati di acciaio con struttura di tipo americano a base larga con piccole fondazioni separate che fanno assegnamento sulla resistenza del terreno. Il peso medio di questi pali è risultato di kg 4400.

Non occorrono cabine di trasformazione nè di manovra prima e dopo l'attraversamento, e dai pali di ammarraggio sopra detti si passa direttamente alla linea con conduttori di rame.

Abbiamo eseguito un preventivo del lavoro che ammonta a 7 000 000 (sette milioni). I quantitativi dei materiali occorrenti risultano dai computi sopra riassunti; i prezzi unitari sono quelli attuali del mercato. I costi dei materiali metallici (corde e profilati di acciaio) s'intendono per merce resa alla stazione più vicina. I trasporti da queste stazioni sui cantieri non presentano difficoltà nè importano grande spesa perchè le zone che c'interessano sono largamente fornite di strade.

Per gli isolatori, supposti di importazione nord americana, si è determinato il prezzo valutando il dollaro a 20 lire. La muratura di calcestruzzo da gettarsi sulla costa si è computata in L. 300 al mc tenendo conto dello scavo che potrà effettuarsi in presenza di acqua. Il montaggio dei pali e la tesatura dei conduttori si sono preventivati con una certa larghezza considerando le difficoltà che il lavoro potrà presentare. Abbiamo fatto una visita sul posto per poter valutare le spese di espropriazione che figurano in L. 500 000; un breve tratto di strada nazionale dovrà essere spostato presso Cannitello; alcune delle casine in muratura e in legname, che numerose si trovano disseminate nella regione, dovranno essere espropriate, altre potranno rimanere senza inconvenienti anche al disotto dei nostri conduttori.

Chiudiamo questo nostro studio di massima manifestando l'idea che il sistema dei 6 pali portanti alti 277 metri, posti sopra ciascuna sponda, possa costituire contemporaneamente da padiglione di sostegno di un aereo radiotelegrafico che si potrebbe tendere tra i diversi pali vicini, isolando opportunamente sia gli stralli che i sostegni; in tal caso l'impianto potrebbe servire al duplice scopo di sostenere le nostre linee e di costituire un'importante stazione radio trasmettente. Lasciando ai Colleghi competenti di commentare questa proposta, ricorderemo che già esiste una stazione radio con tre antenne metalliche a Granatari presso Torre Faro.

Roma, Agosto 1921.

SCHEMA ATTRAVERSAMENTO DELLO STRETTO DI MESSINA

Fig. 2.

PREVENTIVO DI COSTO DELL'ATTRAVERSAMENTO.

N.	OGGETTO	Quantità	Costi unitari	Importi parziali	Importi complessivi	Denominazioni
1	Conduttori acciaio alta resistenza nichelati	kg 57 600	7	403 200	403 200	Conduttori
2	Pali portanti di attraversamento (acciaio)	» 624 000	4	2 496 000		
3	Pali di ammarraggio (acciaio) . . .	» 52 000	4	211 200		
4	Stralli acciaio per pali attraversamento .	» 115 000	5	576 000	3 283 200	Pali
5	Calcestruzzo per pali attraversamento .	mc 384	300	115 200		
6	» per ancoraggio stralli . .	» 1250	300	375 000		
7	» per pali ammarraggio .	» 96	200	19 200	509 400	Muratura
8	Isolatori speciali ammarraggio . . .	N° 72	9000	648 000		
9	» di sospensione	» 36	800	28 800	676 800	Isolatori
10	Montaggio pali	—	—	600 000		
11	Tesatura conduttor	—	—	300 000		
12	Trasporti dalla stazione viciniore . .	—	—	50 000	950 000	Montaggio
13	Espropriazione	—	—	500 000		
14	Imprevisti, direzione, studi	-	—	677 400	1 177 400	Varie
	TOTALI . .	—	—	7 000 000	7 000 000	—

LETTERE ALLA REDAZIONE

Proposte... umoristiche.

Riceviamo e pubblichiamo:

Spettabile Redazione dell'Elettrotecnica,

Nell'ultimo numero del Bollettino della Sezione di Roma dell'Associazione Nazionale Ingegneri, in una anonima « Memoria riguardante la raccolta e distribuzione uniforme delle acque scendenti dalle valli alpine a vantaggio della forza elettrica » (sic). *l'Autore lancia l'idea di sopperire alle magre invernali dei fiumi alpini utilizzando una parte della « forza elettrica concentrata nelle centrali » per rifornire se stessa e cioè sciogliendo, mediante trasformazione in calore, la neve e il ghiaccio sulle montagne. Poichè l'argomento ci riguarda e l'Autore già pensa a premi per coloro che inizieranno le prove, credo sia bene rammentare all'Autore che con 1 kW-ora sottratto agli utenti danneggiati dalla magra si possono ottenere, nella migliore delle ipotesi, 10 kg di acqua di fusione e da questi, finchè le montagne non si sollevino di parecchie migliaia di metri, non si può riavere che una ben piccola frazione del kW-ora impiegato! E allora tanto vale lasciarlo a disposizione degli utenti. Distinti saluti.*

Ing. MARIO MEZZANA
della Sezione di Roma

★

Sulla elettrificazione della Torino-Lanzo-Ceres.

Riceviamo e pubblichiamo:

Ho letto con molto interesse la descrizione che di tale impianto a corrente continua 4000 V, ha fatto l'Egr. Sig. Prof. FERRARIS, *e credo utile comunicare brevemente le impressioni ricevute.*

Le locomotive, della potenza oraria di 410 kW (che poi diventa 485, e magari 590 kW) appaiono molto pesanti e voluminose. Sono 42 tonnellate, di cui 20,6 di sola parte elettrica, e 12,8 m di distanza tra i respingenti.

Si arriva dunque al peso di locomotive monofasi di eguale potenza, e cito ad esempio quelle della Spokane & Inland Railway, *che sono monofasi a 6600 V e previste anche per funzionare con corrente continua a 600 V. Esse pesano 45 tonnellate, ed hanno una potenza oraria di 600 HP ed una capacità di sovraccarico eguale, se non maggiore, a quello delle locomotive della Torino-Lanzo, rispetto alla potenza nominale. La lunghezza di tali locomotive è di solo 7 metri.*

Mi sembra utile attirare l'attenzione sulla questione del peso, che ricordo essere stata spesso dibattuta discutendo in merito al « sistema ».

E' giusto che il peso varia a seconda che si tratti di locomotive elettriche a piccola o a grande velocità, e che è quindi difficile fare dei paragoni esatti, ma da un esame delle caratteristiche di diverse locomotive di potenza e velocità non molto dissimili da quelle della Torino-Lanzo, si può concludere che, se queste ultime debbono considerarsi come modelli di locomotive a corrente continua ed alta tensione, non costruite espressamente con l'obiettivo di farle riuscir pesanti, la corrente continua ad alta tensione conduce a costruire dei locomotori notevolmente più pesanti di quelle a corrente continua a tensioni di 600 - 1200 - 1500 V, quasi di egual peso dei locomotori monofasi, e non parliamo poi dei locomotori trifasi, che conservano il primato per quanto riguarda il piccolo peso per HP.

Ed io suppongo che si sia fatto tutto il possibile onde ridurre il peso di quei locomotori e sarà quindi difficile lo sperare in locomotive più leggere.

Osservando la locomotiva nel quadro dell'esercizio ferroviario con servizio viaggiatori (che è quello che predomina sulle linee di Lanzo) si ha una sensazione più esatta di ciò che significa la questione del peso per le ferrovie italiane dove sogliono abbondare le forti pendenze.

Noi vediamo, infatti, che, sino a Germagnano, *il peso dei treni si scompone in 42 tonn. di locomotiva e 63 tonn. di materiale mobile.*

Saranno forse 2 grandi vetture da circa 27 tonn. di tara, ognuna, capaci di 128 posti in tutto. Non parliamo dei posti anormali, che in un impianto recente dovrebbero costituire una rara eccezione.

E da Germagnano *a* Ceres, *ogni treno si compone di 42 tonn. di locomotiva e 43 tonn. di materiale mobile che è difficile immaginare che possa contenere più di 80 viaggiatori seduti.*

E' riflettendo a queste cifre che si apprezza meglio l'effetto dannoso del peso superfluo.

Mi si farà osservare che sulla linea Germagnano-Ceres *vi sono delle pendenze rilevanti, e rispondo che è appunto per tale ragione che bisogna porre la massima cura per evitare che si trascini su tali forti pendenze una sola tonnellata in più di quello che è proprio indispensabile.*

Nelle linee a grandi pendenze si sogliono ridurre al minimo possibile i pesi morti del materiale mobile, e si dà la preferenza alle automotrici leggere al posto delle locomotive.

Quanto poi alla scelta del sistema di elettrificazione, non mi pare che l'obbiettivo principale da raggiungere sia quello della piccola intensità di corrente sul filo di lavoro, specialmente in un impianto che ha la fortuna di avere la centrale di alimentazione a poco più di 20 km di distanza dai capilinea.

Seguendo quell'obiettivo, senza preoccuparsi d'altro, si riducono gli ampere a furia di aumentare i kilowatt. Ed alla maggiore spesa per il rame, si sostituisce una maggiore spesa per un impianto inutilmente più potente, più complicato, con un rendimento piuttosto basso, e quel che è peggio, con manutenzione indubbiamente più costosa. Alla maggiore perdita nel rame della linea si sostituiscono le maggiori perdite nei gruppi convertitori che si è costretti a installare al posto delle commutatrici.

E rimane poi a tutto sfavore del sistema a corrente continua alta tensione, la perdita per far passeggiare su e giù, per quelle forti pendenze, delle diecine di tonnellate di maggior peso inutile.

Un equipaggiamento elettrico a corrente continua 1500 V di eguale potenza di quello delle locomotive di Lanzo, col controllo multiplo elettropneumatico, sarebbe pesato all'incirca 12 tonn.

Sarebbero state quindi 8,6 tonn di meno. Ma è che non fermandosi lì, ed applicando i criteri sopra indicati e che sono anche molto elementari, si può giungere a delle automotrici di potenza molto inferiore e con un peso di equipaggiamento elettrico di appena 7 tonn. e pesanti, vuote, poco più di 30 tonn.

La diminuzione totale di peso per ogni treno viaggiatori potrebbe essere enorme, mantenendo lo stesso servizio attuale, ed è facile stimarla a 40 tonn circa. E basandoci sul servizio attuale che implica un percorso totale giornaliero di 800 Treni/km, la riduzione suddetta equivarrebbe a $40 \times 800 = 32\,000$ *tonn/km.*

E se questa venisse riferita all'impianto esistente, cioè al consumo di 43 Watt-ora per T./km, il risparmio sarebbe di oltre mezzo milione di kW-ora all'anno. E' forse trascurabile questo?

Si potrà obiettare che la tensione di 4000 V impedisce di adottare delle vetture automotrici. Ed allora si esclude tale tensione in questo caso, e si riserva a quelle linee per cui si giunge ad essa in seguito a studi che la giustificano sia dal punto di vista tecnico che da quello economico.

Si può anche dire che occorre, ogni tanto, fare degli esperimenti nuovi che rappresentino un progresso.

E consideriamolo pure come un esperimento, ma la coesistenza di quelle cifre di 4000 V di tensione e 20 km di distanza tra centrale e capilinea, e 128 viaggiatori seduti, trainati faticosamente da un locomotore che pesa 42 tonn., non mi pare che si possa considerare come un progresso, in materia di elettrificazione ferroviaria.

Il vero progresso lo avremo quando gli impianti di trazione elettrica si faranno scegliendo il sistema che più conviene tecnicamente ed economicamente. Ciò porterà automaticamente a concludere che (specialmente nel campo delle Ferrovie secondarie) non vi è un unico sistema che risolve bene il problema nei diversi casi.

Ma gli impianti di elettrificazioni ferroviarie costituiscono sempre dei grossi affari, e quindi, più che la tecnica e l'economia, interviene a guidarli l'alta finanza, in un labirinto di egemonie e di monopoli che i diversi costruttori vorrebbero conquistare, ciascuno per conto proprio.

Saranno quindi, disgraziatamente, poco numerose le elettrificazioni per cui si possa dire ad impianto finito:

« Il sistema impiegato è quello che meglio si adatta ».

Genova, 12 Agosto 1921.

Ing. A. CUSMANO.

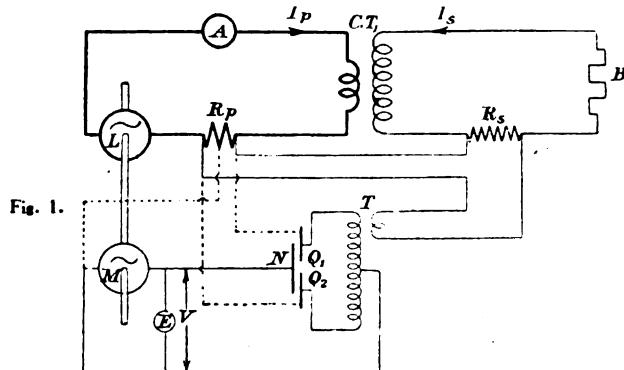
Abbiamo fatto posto con piacere a questa lettera un po'.... dissonante, dell'Ing. Cusmano, per la serietà delle sue argomentazioni e perchè sopratutto una rivista tecnica deve essere aperta a tutte le opinioni tecniche. E' probabile che i Colleghi che più particolarmente si sono occupati dell'elettrificazione della Ciriè Lanzo, troveranno qualche cosa da obiettare e, come sempre, la discussione non potrà che essere utile per tutti. Nell'attesa, ci permettiamo solo di far presente come questo impianto abbia sopratutto un carattere sperimentale e debba quindi essere considerato specialmente sotto questo punto di vista. Potrebbe anche darsi — noi non vogliamo certo affermarlo — che la linea prescelta non fosse la più adatta ad un simile esperimento: ma, data la difficoltà di trovarne un'altra, noi riteniamo che la coraggiosa iniziativa sia senz'altro da lodarsi perchè essa ha permesso di affrontare e di risolvere felicemente molti problemi tecnici assai importanti e, comunque la si consideri, non può che giovare all'avvenire della trazione elettrica.

SUNTI E SOMMARI

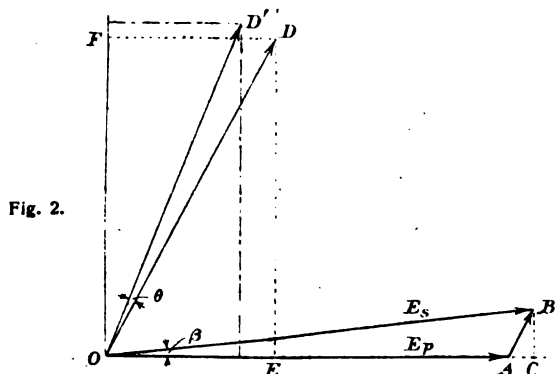
MISURE: METODI ED ISTRUMENTI.

S. I. SPILBURY — **Nuovo metodo per la prova dei riduttori di corrente.** (The Electrician, 11 marzo 1921, pag. 296)

La fig. 1 dà lo schema del metodo. I due shunt non induttivi R_p e R_s inseriti rispettivamente sul primario e sul secondario del trasformatore in prova (*C T*), sono scelti in modo da dare cadute di tensione E_p, E_s uguali qualora il rapporto del trasformatore fosse esattamente il nominale. In *T* è un trasformatore ausiliario di rapporto 1/100 ed *N*, Q_1 Q_2 sono rispettivamente l'ago ed i quadranti di un wattometro elettrostatico, sul quale è fondato il metodo. L'al-

Fig. 1.

ternatore *M*, coassico con quello *L* che dà la corrente al circuito, ha lo statore spostabile in modo da poter variare la fase della tensione *V* da esso generata. (*M* fa rispetto ad *L* la funzione di un ordinario variatore di fase. *N. d. R.*). Un commutatore non segnato in figura permette di passare rapidamente dalle connessioni indicate con linee continue a quelle indicate con linee punteggiate.

Il procedimento è intuitivo. Per l'errore di rapporto, stabilite le connessioni punteggiate si varia la fase della *V* fino ad avere al wattmetro elettrostatico la massima indicazione W_1 (*V* in fase con I_p). Quindi si passa alle connessioni continue. La differenza *A B* (vedi fig. 2) fra la d. d. p. ai morsetti dei due shunt, centuplicata per effet-

Fig. 2.

to del trasformatore elevatore *T* viene così applicata ai quadranti del wattmetro il quale darà pertanto ora una indicazione W_1' proporzionale a 100 $\overline{AC}$, talchè l'errore percentuale di rapporto sarà dato senz'altro da W_1'/W_1.

Per l'angolo di fase (β), ristabilite le connessioni punteggiate si manovra *M* fino a ridurre a zero il wattmetro (*V* in quadratura con I_p). Ritornando allora alle connessioni continue, la nuova indicazione W_2' del wattmetro sarà proporzionale a 100 *C B*, donde, praticamente:

$$100 \text{ sen } \beta \backsimeq 100 \text{ tg } \beta \backsimeq \frac{W_2'}{W_1}$$

L'A. prende in considerazione tutte le cause di errore sistematico fra cui, caratteristica del metodo, è quella introdotta dal trasformatore *T*. Esso dà di fatto sul secondario non la tensione $\overline{AD} = 100$ $\overline{AB}$ e in fase colla $\overline{AB}$, ma una tensione $\overline{AD'}$ che è spostata di un piccolo angolo θ rispetto alla $\overline{AD}$. E' facile convincersi che l'errore che ne consegue è di fatto un errore di secondo ordine rispetto allo scopo del metodo.

(Riferendoci al recente articolo riassuntivo del collega Barbagelata (a pag. 165, quest'anno) si può notare che il nuovo metodo è una modificazione di quello indicato in fig. 10 (a pag. 170). La sostituzione del wattmetro elettrostatico al wattmetro elettrodinamico, ha permesso di introdurre il trasformatore *T* che è un vero amplificatore della differenza vettoriale che si tratta di misurare. Ma la delicatezza caratteristica degli strumenti elettrostatici e il fatto di non procedere per riduzione a zero può giustificare qualche dubbio sul valore relativo del nuovo metodo in confronto coi migliori metodi già in uso. - *N. d. R.*).

CRONACA

APPLICAZIONI VARIE.

Una nuova applicazione del telefono. (Scientific American, 21-5-1921). — I pesci movendosi nell'acqua producono un rumore che può essere rivelato dal telefono, e questo fatto è stato utilizzato dai pescatori norvegesi per scoprire e localizzare i pesci a notevoli profondità. Essi immergono un microfono dalla loro imbarcazione per mezzo di un cavo, di cui l'altra estremità è collegata con un ricevitore telefonico. Mentre l'imbarcazione procede lentamente lungo la sua rotta alla ricerca di un banco di pesci, un operatore ascoltando al ricevitore sente immediatamente l'avvicinarsi di un banco.

E. C.

RADIOTELEGRAFIA E RADIOTELEFONIA.

Macchine ad alta frequenza per radiotelegrafia. — In un ampio articolo, largamente illustrato (E. T. Z., 17 e 24 marzo 1921, vol. 42, pag. 245 e 280) *K. Schmidt*, ingegnere capo della Lorenz, descrive gli svariati tipi di macchine elettriche a frequenza musicale e a più alta frequenza usati nella r. t. a cominciare dai piccoli generatori per velivoli, fino ai grandi complessi delle stazioni per il servizio transoceanico. Salvo alcune particolarità costruttive e alcune varietà di tipi già altrove descritti, si tratta in genere di notizie non sostanzialmente nuove. Sono tuttavia interessanti alcuni accenni, a dir vero non molto esaurienti sul sistema di moltiplicazione della frequenza ideato dallo Schmidt e adottato dalla Lorenz.

Come è noto, la Telefunken ha sviluppato il sistema Joly-Vallauri di duplicazione della frequenza, mentre la Lorenz costruì parecchie macchine del Goldschmidt, che si potrebbero chiamare ad addizione di frequenza. Ma nel primo sistema ci si limita di solito alla frequenza 8 volte o al massimo 16 volte la fondamentale e nel secondo a 3 o 4 volte. Queste limitazioni imposte, secondo lo Schmidt, dall'eccessivo abbassarsi del rendimento globale. Ora, a quanto riferisce, egli sarebbe riuscito, con mezzi assai semplici e con elevato rendimento, a moltiplicare la frequenza fino a limiti assai più spinti, per es. a centuplicarla.

Con un generatore da 800 periodi e 2 kW l'A. sarebbe riuscito mediante un semplice trasformatore a ottenere le onde di 12 500, 7500, 5350, 4170, 3400 e così via fino a 915 m (ossia frequenze 3, 5, 7, 9, 11, ... 41 volte maggiori della fondamentale), con un rendimento di trasformazione del 57%. Un gruppo sperimentale di maggiore potenza è stato costruito dalla Lorenz e provato a Eberswalde ottenendo potenze di antenna di 31 kW con onde di 5500 e 4200 m e con un rendimento globale riferito alla potenza di corrente continua fornita al motore del 65%. Il gruppo fa 3000 giri al minuto e il rotore dell'alternatore non raggiunge una velocità periferica di 100 m/sec; la frequenza fondamentale è 8000. Non è data alcuna indicazione circa il sistema di moltiplicazione della frequenza adottato in questi impianti.

TRAZIONE E PROPULSIONE ELETTRICA

Piroscafo a propulsione elettrica. — Il primo piroscafo da carico americano transoceanico, mosso con sistema Diesel-elettrico, sarà il « Fordonian », di 2200 tonn., che avrà due motori Diesel, tipo Ansaldo-S. Giorgio, a 2 tempi, 4 cilindri, direttamente accoppiati a due dinamo compound da 240 kW, 250 V, 200 giri, che forniscono la corrente a un motore a doppia armatura, a 120 giri, che dà 625 kW al freno, direttamente connesso all'albero dell'elica. Per le macchine ausiliarie, sono destinati un gruppo motore generatore da 6 kW, per luce, un motore pel ventilatore di macchina, e tre motori per le pompe. Tutto il macchinario elettrico è della General Electric Co.

e. m. a.

VARIE.

Diagnosi per mezzo della radiotelegrafia. (Scientific American, 11-6-1921). — Nel laboratorio di Washington del Signal Corps, un gruppo di ufficiali medici dell'esercito americano ha assistito recentemente alla dimostrazione del sistema realizzato per poter fare la diagnosi a distanza dei disturbi cardiaci, per mezzo della radiotelegrafia con filo. Fu applicato al soggetto da esaminare un filo trasmettitore cardiaco appositamente studiato, il quale si mantiene per il proprio peso in corrispondenza del cuore. Il passaggio del sangue attraverso le varie valvole del cuore dà luogo a delle vibrazioni in una camera d'aria, le quali riproducono fedelmente tutte le azioni del sangue nel movimento circolatorio attraverso le valvole stesse. Le vibrazioni, trasmesse alla loro volta per mezzo della radiotelegrafia con filo ad un ricevitore amplificatore con valvole ioniche, aziona un ricevitore speciale altisonante, il quale permette all'uditorio di seguire le varie fasi del fenomeno. Si possono così esaminare e discutere a distanza le particolarità cardiache dei varii soggetti. Se si considera che con questo sistema i battiti del cuore possono essere amplificati migliaia di volte, è facile prevedere di quale utilità esso possa risultare per gli studii di questo importante ramo della scienza medica.

E. C.

NORME, LEGGI, DECRETI E REGOLAMENTI

Norme tecniche per i progetti e per la costruzione di dighe di sbarramento per serbatoi e laghi artificiali.

La Commissione nominata dal Ministero con decreto del 18 maggio 1919 per lo studio delle *norme generali circa i progetti e l'esecuzione delle alte dighe per la formazione di serbatoi e laghi artificiali* essendosi, in vista della vastità e complessità del mandato affidatole, preoccupata della necessità che per l'attesa dello espletamento del medesimo, non venisse a sorgere un ritardo nella esecuzione di simili importanti opere, ha rapidamente elaborato una serie di norme regolamentari per i progetti e per la costruzione delle dighe.

Tali norme essendo già state approvate dal Consiglio superiore delle acque e pubblicate nel fascicolo 2° del volume 1920 degli *Annali* del Consiglio medesimo, ci affrettiamo a riportare qui per esteso, riservandoci di riportare egualmente al più presto, per esteso o per sunto, come già abbiamo fatto per quella dell'Ingegnere comm. Segrè, le speciali monografie colle quali la Commissione ha stabilito che i suoi singoli membri illustrino i diversi aspetti del problema.

CAPITOLO I. – Disposizioni generali.

1. Per i progetti di massima valgono le norme delle leggi e regolamenti vigenti, salvo facoltà dell'Autorità competente di richiedere, anche in fase di istruttoria ed entro congruo termine, la documentazione definitiva.

2. Qualsiasi progetto esecutivo di diga di sbarramento destinato alla formazione di serbatoi o laghi artificiali, deve essere firmato in tutti i suoi documenti dall'Ingegnere progettista e dal Concessionario, e corredato degli allegati seguenti:

a) relazione tecnica generale sintetica;

b) relazione geognostica sulla località dello sbarramento e sul bacino interessato dalla ritenuta;

c) relazione idraulica sugli organi e provvedimenti di smaltimento delle piene, tanto in fase di costruzione che di esercizio e sugli elementi idrologici in quanto possono interessare il regime del serbatoio ed il carico sulla diga;

d) relazione tecnica giustificativa della scelta della località, del tipo della diga e della sua stabilità;

e) relazione sommaria in merito ai metodi di costruzione che s'intende adottare per la struttura, con particolari indicazioni per i materiali che verranno impiegati e per le loro caratteristiche;

f) carta topografica nella scala 1/50 000 o 1/100 000 con indicazione del limite del bacino imbrifero, della ubicazione della diga, della regione a valle di questa in quanto direttamente interessata dalla nuova opera;

g) rilievo diretto del serbatoio a curve di livello in scala non inferiore a 1 a 5000;

h) planimetria delle opere di sbarramento in scala 1 : 500 o 1 : 200, secondo la natura e l'ampiezza dell'opera, in base al rilievo particolareggiato della località con precise indicazioni topografiche e di riferimento;

i) sezione longitudinale della diga lungo la sommità del paramento a monte in scala 1 : 500 o 1 : 200 con indicazione della linea di fondazione; sezioni tipo in scala 1 : 200, sezioni trasversali distribuite in modo da definire l'andamento delle fondazioni;

l) tutti i disegni occorrenti alla rappresentazione della diga, delle opere di scarico e dei suoi accessori in quanto ne interessino la stabilità ed il funzionamento.

3. La relazione tecnica generale deve riassumere il contenuto delle relazioni speciali.

La relazione geognostica, ben documentata e redatta da persona competente in simili studi, deve esporre le investigazioni eseguite, i risultati degli assaggi compiuti nell'ordine di ricerche di cui trattasi ed i mezzi scientifici o tecnici impiegati per compierle, onde le conclusioni diano affidamento sicuro sul buon risultato dell'opera [1].

La relazione idraulica deve esaurientemente giustificare il valore della massima piena assunta a base dei calcoli, il margine di eccedenza adottato per criterio di sicurezza sul detto valore, la correlativa potenzialità, semplicità e sicurezza di funzionamento delle opere progettate per lo scarico della piena stessa, col margine di cui sopra. Dovranno pure essere specificate le modalità con cui si intende provvedere, durante il periodo di costruzione dello sbarramento, allo smaltimento delle massime piene e ciò tenuto pure conto del tipo di diga progettato.

[1] Per norma di tali ricerche vedasi la monografia dell'Ing. CLAUDIO SEGRÈ - *Annali*, anno 1920, fascicolo 1° e il *Giornale del Genio Civile*, del Novembre 1920 pag. 28, oppure lo stesso Giornale, fascicolo 31 agosto 1920, pag. 449.

CAPITOLO II. – Divisione tipica delle dighe.

Agli effetti delle presenti norme regolamentari, vengono distinti i seguenti tipi di dighe di sbarramento:

A) dighe in muratura a gravità;

B) dighe in muratura a volta;

C) dighe a speroni con pareti di ritenuta a volta od a lastroni;

D) dighe in terra;

E) dighe in muratura a secco;

F) dighe di tipi vari.

CAPITOLO III. – TIPO *A* - Dighe in muratura a gravità.

Della forma e del calcolo statico. — 1. La diga avrà disposizione planimetrica arcuata ogni qualvolta ciò sia possibile e conveniente; per dighe rettilinee, tranne in casi speciali di limitata altezza e lunghezza, verranno previsti i giunti di dilatazione.

2. Nel calcolo statico della diga si terrà conto, oltre che dei consueti fattori di sollecitazione (peso proprio della muratura, spinta dell'acqua e di eventuali terrapieni), della possibile esistenza di sottopressioni (pressioni interne dell'acqua di permeazione) nei giunti e alla base della diga stessa.

Nel detto calcolo si ammetterà convenzionalmente l'esistenza di una sottospinta variante linearmente del valore $m \gamma a \, y$ nel paramento a monte della sezione orizzontale considerata fino al valore zero nel paramento a valle della sezione stessa, dove y è l'altezza d'acqua sul livello della sezione, γa il peso dell'unità di volume dell'acqua ed m un coefficiente di riduzione costante per tutta l'altezza della diga considerata, ma variante da zero all'unità secondo le circostanze del caso in esame, come in appresso:

Per norma di massima è da adottarsi la seguente graduazione del coefficiente m anzidetto:

Dighe di piccole o mediocri altezze fino a 25 metri.

a.) $m =$ zero per diga a fondazione su terreno costituito da roccia avente eccezionali requisiti di omogeneità, compattezza, impermeabilità.

a..) $m = 1/3$ idem idem in condizioni buone e con minimi difetti.

a...) $m =$ idem idem in condizioni mediocri e con difetti, intesa però la correzione dei difetti stessi mediante iniezioni cementizie.

Dighe di medie e grandi altezze oltre 25 metri fino a 50 metri.

b.) $m = 1/3$ nelle condizioni di fondazione del caso a.).

b..) $m = 2/3$ nelle condizioni di fondazione del caso a..).

b...) $m = 1$ nelle condizioni di fondazione del caso a...).

Dighe per grandissime altezze da oltre 50 metri in su.

c.) $m = 1/2$ nelle condizioni di fondazione del caso a.).

c..) $m = 1$ nelle condizioni di fondazione del caso a..).

L'anzidetta graduazione può essere modificata in un senso o nell'altro, anche mediante interpolazioni del valore m, da criteri complementari o dalle circostanze speciali attinenti al caso in esame.

E cioè ad esempio:

Nel senso di una riduzione del coefficiente m:

per la disposizione a pianta arcuata, nei limiti di utile influenza della disposizione stessa;

per l'adozione del provvedimento di efficace drenaggio.

Nel senso invece di un aumento del coefficiente m:

per la capacità assai elevata del serbatoio;

per le condizioni di popolosità della vallata ad esso soggiacente;

per la vicinanza più o meno immediata di sottostanti considerevoli centri abitati.

3. Per le dighe di serbatoi nelle regioni alpine, ad altitudine notevole da circa 800 a 1000 metri s. m. in su, si considererà altresì nel calcolo statico della diga l'esistenza di possibili sollecitazioni determinate dall'espansione del campo di ghiaccio di ragguardevole spessore sotto l'azione di rapidi rialzi della temperatura.

Come provvedimento correlativo di sicurezza si ammetterà l'esistenza di uno sforzo orizzontale contro la diga applicato all'altezza corrispondente al ciglio dello sfioratore nel serbatoio. Tale sforzo è da graduarsi dalle 5 alle 25 tonn. per ml. di fronte e ciò a norma di un presunto spessore del campo di ghiaccio da 30 cm a un metro ed oltre.

Tale ammissione può essere evitata quando, o per dispositivi adottati, o per le circostanze topografiche e speciali del caso in esame (come la relativa distanza e il debolissimo pendio della sponda nel serbatoio) sia accertato che non può realizzarsi uno sforzo contro la diga dovuto all'espansione termica del campo di ghiaccio.

4. Coi fattori ordinari di sollecitazione e con quelli testè considerati, il profilo della sezione trasversale deve essere determinato in modo che gli *sforzi principali* σ_1 che si generano nella

muratura a diverse profondità, in corrispondenza dei paramenti a monte ed a valle, soddisfino alle seguenti condizioni (¹).

A serbatoio pieno fino al livello di massima piena. In ogni punto del paramento a valle deve essere $\sigma_1 \leq k$ essendo k il carico di sicurezza alla compressione per la muratura di cui è formata la diga. In ogni punto del paramento a monte $\sigma_1 \geq o$.

A serbatoio vuoto. — In ogni punto del paramento a monte dev'essere $\sigma_1 \leq k$. In ogni punto del paramento a valle dev'essere $\sigma_1 \geq k$.

Il valore di k non deve superare 1/9 della resistenza allo schiacciamento della malta da impiegarsi, a un mese di maturazione se eseguita in cemento, a tre mesi se eseguita in calce idraulica, e seguendo per quanto riguarda i metodi di prova le norme del Decreto 10 gennaio 1907. Tale resistenza sarà comprovata da certificato, rilasciato da un Laboratorio ufficiale del Regno, relativo a prove su campioni formati coi materiali che s'intende impiegare.

Il peso *per metro cubo* della muratura da introdursi nei calcoli statici verrà comprovato da altro certificato ufficiale.

Dovrà inoltre farsi verifica a serbatoio pieno della stabilità allo scorrimento nella sezione di fondazione.

5. Il franco del coronamento, da stabilirsi sopra il livello di massima piena, sarà tale da contenere la massima altezza d'onda che può aversi nel lago.

Salvo le maggiori indicazioni date dal calcolo di cui sopra, il franco non sarà inferiore a $1/12\,h$ per altezza h della diga ≤ 40 metri; a $1/15\,h$ per $h \geq 50$ metri con rapporto interpolato per altezze intermedie.

Lo spessore di sommità non sarà inferiore ad 1/10 della ritenuta, con un minimo di due metri.

6. Il paramento a monte, agli effetti dell'impermeabilità, verrà protetto con intonaco o con stilatura dei giunti se questa è possibile in relazione alla natura del pietrame.

7. Per le dighe stramazzanti, il profilo della sezione trasversale, oltre che ai requisiti fin qui considerati, deve soddisfare alla condizione o di avere la vena d'acqua stramazzante del tutto staccata dalla diga, o di avere il paramento a valle profilato in modo che la detta vena, tenuto pure conto della velocità di arrivo, si adagi sempre sul paramento stesso.

Al piede a valle verrà normalmente prevista idonea difesa contro l'erosione della base di fondazione.

Della costruzione. — 8. La diga verrà fondata esclusivamente su terreno costituito da roccia compatta, e in questo incassata quanto occorre, sia alla base che sui fianchi: la roccia verrà ovunque ripulita con getti di acqua sotto pressione, o direttamente o mediante fori praticati nella massa rocciosa. Speciale cura verrà data a raggiungere il pieno e continuo contatto fra roccia di fondazione e muro sovrastante, ciò che si ottiene con facilità con largo impiego di iniezioni di cemento lungo la superficie di contatto.

9. Per assicurare al massimo grado la tenuta sul fondo e sui fianchi e limitare per quanto è possibile le sotto pressioni, il piede del paramento a monte verrà profondamente incassato a taglione con sufficiente spessore, e spinto fino alla roccia che non presenti alcuna fenditura.

10. Nei periodi di freddo intenso o di gelo la costruzione potrà venire continuata a condizione che, per evitare ogni danno alla muratura, vengano usati tutti i necessari provvedimenti (miscele di carbonato di soda, riscaldamento dei materiali, coperture per la muratura, lavaggi prima delle riprese, maggior cura di costruzione, ecc.).

11. Durante la costruzione verranno eseguite regolarmente le prove per i vari materiali, e particolarmente per le malte, a garanzia che si abbia per essi la voluta buona qualità ed omogeneità e in ogni caso, la certezza della loro costante corrispondenza ai requisiti prefissati. Di dette prove dovrà essere tenuta regolare documentazione.

La resistenza del saggio cubico del pietrame impiegato, *a qualsiasi inizio di rottura e secondo le tre direzioni* dovrà risultare al minimo di 300 kg per centimetro quadrato.

12. Durante la costruzione della diga si adotteranno disposizioni che rendano possibile anche ad opera finita il controllo di eventuali pressioni idrauliche interne a diverse profondità e specialmente al fondo.

CAPITOLO IV. – TIPO *B* - Dighe in muratura a volta.

Del calcolo. — 1. Verranno calcolate in base agli ordinari fattori di sollecitazione (sottopressioni escluse) ed in modo che lo sforzo unitario in qualsiasi punto della volta, considerata come un complesso di anelli indipendenti, e prescindendo dalle deformazioni elastiche e dalle sollecitazioni termiche, non abbia ad eccedere un 1/10 del carico di schiacciamento della malta o del calcestruzzo ed 1/4 del carico di snervamento del ferro nel caso che la volta sia costruita in cemento armato.

Quando le dimensioni degli anelli siano tali da giustificare l'applicazione della teoria degli archi elastici, si dovrà verificare la loro stabilità col calcolo relativo.

2. Per ciò che può essere comune alle norme del tipo *A*, sta quanto è detto per lo stesso.

3. Qualora tutta o parte della diga venga costruita in cemento armato, valgono le prescrizioni vigenti per tali opere.

Della costruzione. — 4. Condizione tassativa per l'adozione del tipo di diga a volta è quella di avere agli incastri terreni costituiti da roccie di particolare compattezza, stabilità e resistenza.

I piani di imposta, risegati quando non sia possibile altrimenti, dovranno sempre essere bene addentrati nella roccia viva, e profilati eventualmente con riseghe in modo da risultare normali all'asse della volta.

Deve essere assolutamente assicurato il pieno e continuo contatto fra roccia e struttura muraria, particolarmente con impiego di iniezioni di cemento.

5. Per la qualità dei materiali e le precauzioni contro il gelo valgono le norme del tipo *A*.

6. Nella preparazione delle imposte sarà di regola evitato l'impiego di esplodenti; nei casi in cui possa essere ammesso, dovrà essere praticato in modo da evitare ogni danno alla compattezza della roccia.

CAPITOLO V. – TIPO *C* - Dighe a speroni con pareti di ritenuta a volta od a lastroni piani.

Della forma e del calcolo statico. — 1. La diga è costituita da speroni o contrafforti aventi il paramento a monte di regola inclinato (verticale solo in casi eccezionali), e la parete di ritenuta a lastroni piani od a volte che si impostano a detti speroni trasmettendovi le pressioni.

Di regola la diga avrà disposizione planimetrica rettilinea; per casi eccezionali potrà essere ammessa disposizione circolare purchè a grande raggio.

2. Condizione tassativa per l'adozione del tipo di diga a speroni è quella di perfetta e uniforme stabilità, resistenza e compattezza della roccia, su cui si fondano gli speroni.

Per il calcolo statico degli speroni valgono le norme indicate per il tipo *A*, aggiungendovi particolare verifica rispetto alle massime sollecitazioni tangenziali. Si prescinderà dalla considerazione delle sottopressioni.

E' consigliabile per la parete a monte degli speroni una inclinazione di 50° a 55° sull'orizzontale.

3. Di regola, e sempre in ogni caso per altezze maggiori di 20 metri, gli speroni saranno fra loro convenientemente sbadacchiati.

E' consigliabile, quando gli speroni abbiano esiguo spessore in rapporto alla loro altezza e al loro interasse, di rinforzarli con nervature particolarmente ai paramenti o in prossimità di essi.

4. La parete di ritenuta, se piana, e quindi di cemento armato, verrà calcolata in base alle vigenti prescrizioni per tali opere.

Se la parete tra i vari speroni è a volta (armata o no) verrà calcolata applicando ai vari anelli elementari normali all'inclinazione della parete, in cui la volta può immaginarsi scomposta, la teoria degli archi elastici incastrati, computando l'azione del suo peso proprio, e tenendo conto degli sforzi termici in base ad una variazione di 10° per tutta la struttura e di 5° fra parete a monte e parete a valle.

E' consigliabile che all'imposta delle volte sugli speroni venga provveduta una adeguata armatura che assicuri il necessario collegamento, allo scopo di ottenere la migliore trasmissione delle pressioni.

Il valore di k (carico massimo a cui verrà sollecitato il materiale) non deve superare 1/8 della resistenza allo schiacciamento del calcestruzzo o della malta da impiegarsi (composta esclusivamente con cemento) a un mese di maturazione, e seguendo per quanto riguarda i metodi di prova le prescrizioni del Decreto 10 gennaio 1907.

Per il ferro è ammessa una sollecitazione massima di kg 1200 per centimetro quadrato.

5. Per le dighe stramazzanti il profilo della sezione trasversale, oltre ai requisiti fin qui considerati, deve soddisfare alla condizione o di avere la vena di acqua stramazzante del tutto staccata dalla diga e non cadente fra gli speroni, o di avere una parete appoggiata a valle sugli speroni e il cui profilo soddisfi ai requisiti di cui al tipo *A*. Dovrà sempre essere assicurato un conveniente accesso di aria alle camere fra gli speroni ed essere esclusa in modo assoluto ogni possibilità di erosione al piede di fondazione degli speroni.

6. Il paramento a monte agli effetti dell'impermeabilità verrà protetto con intonaco.

(¹) Lo sforzo unitario principale σ_1 ha l'espressione:

$$\sigma_1 = \frac{\sigma - \gamma\, a\, y \cos^2 \alpha}{\operatorname{sen}^2 \alpha}$$

dove σ è lo sforzo normale unitario nell'elemento orizzontale dedotto con la regola del trapezio, γa è il peso dell'unità di volume dell'acqua, y è la profondità sotto il livello dell'acqua, α è l'angolo che il paramento fa coll'orizzontale.

Se il paramento non è premuto dall'acqua (paramento a valle e anche paramento a monte a serbatoio vuoto) risulta

$$\sigma_1 = \frac{\sigma}{\operatorname{sen}^2 \alpha}$$

7. Per quanto è comune al tipo *A* valgono le norme per esso indicate.

8. Qualora tutta la struttura della diga venga eseguita in cemento armato valgono in più le prescrizioni vigenti per tali opere.

Della costruzione. — 9. Per quanto riguarda l'impostazione e la costruzione generale, la qualità dei materiali, le prove relative, e le precauzioni contro il gelo, valgono le norme indicate per i tipi *A* e *B* con particolare riguardo dovuto alla relativa sottigliezza delle strutture componenti la diga.

10. E' consigliabile che le impostazioni sui fianchi della montagna, per la diga a volte multiple, vengano fatte a preferenza sistemando la sponda con muratura a perfetta intasatura, e bene incassata nella roccia, in modo che l'imposta delle volte estreme sia ricavata sulla muratura anzichè direttamente sulla roccia.

11. Le gettate delle volte, sia che si facciano contemporaneamente a quelle degli speroni, sia che susseguano, dovranno avanzare in altezza in modo uniforme e contemporaneamente sopra tutte le volte.

Le armature di ferro alle imposte dovranno essere profondamente amarrate agli speroni e collegate a due volte contigue.

12. Per assicurare la tenuta sul fondo e sui fianchi, al piede del paramento e a monte verrà incassato nella roccia un taglione di sufficiente spessore spinto fino alla roccia compatta, che non presenti alcuna fenditura.

CAPITOLO VI. – TIPO *D* - Dighe in terra.

Delle condizioni inerenti al tipo. — 1. Tale tipo potrà essere applicato solo quando non essendo possibile la adozione dei precedenti, si abbiano nelle circostanze locali tutti i requisiti richiesti, primo fra essi il conseguimento della omogeneità fra la struttura in terra e il terreno sottostante.

2. L'altezza del carico di acqua non dovrà eccedere il limite di 25 a 30 metri salvo eccezioni da giudicarsi particolarmente e caso per caso. Tale carico si intende calcolato dal fondo dell'alveo fino al massimo livello di acqua presunto nel serbatoio, colle piene eccezionali valutate col relativo margine di sicurezza.

3. Si esige come condizione assoluta la dimostrazione particolare della possibilità di scarico delle maggiori piene, sia nel periodo di costruzione che di funzionamento. Lo scarico deve avvenire di regola per mezzo di opere o dispositivi esterni al corpo della diga e tali altresì nella fase costruttiva da evitare ogni invasamento che possa dar luogo a conseguenze dannose.

4. Il profilo della sezione trasversale per altezze minori di 15 metri deve soddisfare alla condizione di un minimo di inclinazione dei paramenti di tre di base per due di altezza. Per dighe eccedenti i 15 metri di altezza, si seguirà il principio della decrescente inclinazione delle scarpate con un minimo iniziale di tre per due in sommità e raggiungendo l'inclinazione media di tre di base su uno di altezza per il paramento a monte e di due di base su uno di altezza per il paramento a valle. Il paramento a monte sarà in ogni caso rivestito con una struttura di idonea protezione contro ogni causa di deterioramento.

5. L'impermeabilità dello sbarramento dev'essere sempre assicurata tanto nel corpo della diga quanto nel terreno di fondazione.

L'impermeabilità del corpo della diga verrà assicurata preferibilmente dalla quantità, omogeneità e lavorazione del materiale componente l'intero ammasso terroso, oppure in virtù di un potente nucleo centrale o di equivalente struttura a monte.

L'impermeabilità sull'intero contorno di fondazione sarà conseguita da un taglione di guardia di materia impermeabile raccordato alla parte omologa del corpo soprastante e spinto alla profondità occorrente ad eliminare ogni possibilità di travenazioni dannose.

6. Il franco del coronamento, da stabilirsi sopra la massima ritenuta possibile, sarà tale da contenere la massima altezza d'onda che può aversi nel lago. Non sarà in ogni caso inferiore a metri quattro.

7. Tranne casi e dispositivi eccezionali, le opere di scarico di fondo e di presa troveranno sede fuori del corpo della diga.

8. Deve dimostrarsi escluso in modo assoluto l'evento della tracimazione d'acqua dalla diga, adottando un largo coefficiente di sicurezza nel computo della massima piena.

Della costruzione. — 9. Il materiale impiegato deve essere omogeneo e scelto, esente da ogni residuo vegetale, evitando le terre troppo sabbiose o troppo argillose. Il nucleo centrale, se di materiale incoerente, od in genere le parti della struttura a cui è affidata l'impermeabilità della stessa dovranno contenere una proporzione di argilla non inferiore al 30 per 100 e non eccedente il 60 per 100.

Salvo procedimenti di tecnica costruttiva speciale, quale il sistema idraulico di colmata, la struttura verrà eseguita per strati orizzontali successivi, di spessore non superiore a 30 centimetri, e ripetutamente compressi.

10. Durante la costruzione il costipamento dell'argine sarà verificato a mezzo di appositi apparecchi.

11. Quando le condizioni del terreno di fondazione lo consentano sono vivamente consigliabili muri di presidio a monte e a valle a sostegno delle scarpate.

12. Non è ammesso l'invasamento nel serbatoio prima di sei mesi dal termine dell'opera.

CAPITOLO VII. – TIPO *E* - Dighe in muratura a secco.

Delle costruzioni inerenti al tipo. — 1. Tale tipo potrà essere adottato, salvo eccezioni da considerarsi caso per caso, quando le condizioni locali del terreno escludano l'applicabilità dei primi tre tipi, e non rendano consigliabile il quarto.

2. L'altezza del carico d'acqua non dovrà eccedere il limite di 25 a 30 metri, salvo eccezioni da giudicarsi ancora particolarmente caso per caso. Tale carico s'intende calcolato dal fondo dell'alveo sino al massimo livello d'acqua presunto nel serbatoio, tenuto conto delle piene eccezionali valutate col relativo margine di sicurezza.

3. Si esige come condizione assoluta la dimostrazione particolare della possibilità di scarico delle maggiori piene, sia nel periodo di costruzione che di funzionamento.

Lo scarico deve avvenire di regola per mezzo di opere o dispositivi esterni al corpo della diga. E' tollerato che, con le debite cautele e garanzie da dimostrarsi, lo smaltimento delle piene in fase di costruzione avvenga a mezzo di disposizioni speciali entro il corpo della diga, escludendo però ogni invasamento che possa provocare danni.

4. Il profilo della sezione trasversale deve soddisfare alla condizione di avere un'inclinazione della parete a monte di almeno 0,5 di base per 1 di altezza, e una larghezza non inferiore ovunque a 1,7 dell'altezza.

5. Il profilo della sezione trasversale deve in ogni caso soddisfare alla condizione di stabilità allo scorrimento, tenuto conto del vuoto nella massa del muro (vuoto che non deve eccedere il 40 per cento del totale), e del coefficiente d'attrito applicabile alla natura della fondazione, però con un valore massimo di 0,6 nelle circostanze più favorevoli.

6. La diga verrà fondata a sufficiente profondità onde raggiungere un terreno che garantisca un appoggio sicuro, ed analogamente verrà provveduto ad una corrispondente incassatura nei fianchi. Deve essere protetta da paramento a monte che assicuri permanentemente la impermeabilità attraverso il corpo dell'opera, tenuto conto anche degli effetti termici e degli assettamenti.

Il taglione del paramento a monte verrà incassato profondamente sul fondo e sui fianchi con idoneo spessore, sino al raggiungimento della roccia o di strato impermeabile e assolutamente compatto.

7. Il franco del coronamento, da stabilirsi sopra la massima ritenuta possibile, sarà tale da contenere la massima altezza d'onda che può aversi nel lago.

Non sarà in ogni caso inferiore a metri tre.

Lo spessore di sommità sarà un decimo della ritenuta, in ogni caso mai inferiore a metri tre.

8. Deve dimostrarsi escluso in modo assoluto l'evento della tracimazione d'acqua dalla diga, adottando un largo coefficiente di sicurezza nel computo della massima piena.

9. Le opere di presa e di scarico di fondo possono essere tollerate anche nel corpo stesso della diga con le convenienti disposizioni e cautele.

Della costruzione. — 10. Il pietrame impiegato sarà di ottima qualità, non facilmente alterabile e accuratamente sistemato a mano; i blocchi più grossi e regolari verranno posti ai paramenti, formandovi struttura maggiormente chiusa e regolare. Sarà limitato allo stretto necessario l'uso delle scaglie.

Si curerà una intima legatura della massa specialmente nelle riprese.

Il piede a valle della struttura sarà formato con blocchi più grossi e regolari, sistemati con particolare cura.

11. E' vivamente consigliabile, ove possibile, la costruzione di una robusta banchina di contrafforte al piede a valle, formata dai blocchi più grossi sistemati con cura particolare.

CAPITOLO VIII. – Tipi varii.

Includono le dighe a struttura in ferro, particolari forme di dighe in muratura, particolari tipi a struttura mista di terra, ghiaia e pietrame, le dighe a struttura in legno, le dighe mobili e altre.

Tali tipi possono solo venire considerati singolarmente come struttura di carattere specifico, convenienti in condizioni particolari, non classificati però in senso generale, e quindi il giudizio sui progetti con tali sbarramenti verrà fatto per ogni singolo caso.

In quanto sia consentito valgono per detti tipi le norme indicate per i tipi principali ad essi assimilabili.

Associazione Elettrotecnica Italiana

Eretta in Ente morale il 3 Febbraio 1910

XXVI Riunione Annuale in Sicilia

(16 - 23 Ottobre 1921)

Programma preliminare

Sabato 15 Ott., ore 20.— Partenza da Napoli per Palermo in piroscafo.

Domenica 16 Ott., ore 9.— Arrivo a Palermo.
» 12.— Visita a Monreale in tramvia e funicolare offerta gentilmente dalla Società Sicula per Imprese Elettriche.
» 13.— Colazione a Monreale.
» 16.— Seduta inaugurale (nella Sala delle Lapidi - Aula Consigliare del Municipio di Palermo).
» 20.— Pranzo offerto dalla Società Generale Elettrica della Sicilia.

Lunedì 17 Ott., ore 9.— Visita ai lavori dei nuovi impianti della S.G.E.S. con auto offerti dalla S.G.E.S. Colazione sui lavori offerta dalla S.G.E.S.
» 18.— Ritorno a Palermo.
» 21.— Seduta serale (presso la R. Scuola d'Applicazione come sopra).

Martedì 18 Ott., ore 9.— Seduta della Riunione (presso la R. Scuola d'Applicazione, Via Maqueda, 175).
» 14.30 Seduta della Riunione (idem).
» 18.30 Sedute di Commissioni (idem).
» 20.30 Pranzo Sociale dell'A.E.I.

Mercoledì 19 Ott., ore 7.— Partenza in treno speciale per Girgenti e visita ad una miniera di zolfo lungo il percorso. - Visita ai Templi di Girgenti in vettura. - Colazione e pranzo in Vettura Ristorante.
» 22.— Arrivo a Siracusa.

Giovedì 20 Ott., ore 8.30 Visita ai Monumenti, in vettura.
» 14.— Gita all'Anapo in barca.
» 20.— Pranzo offerto dalla Società Siracusana di Elettricità.

Venerdì 21 Ott., ore 8.— Partenza in treno speciale per Catania.
» 10.— Arrivo a Catania.
» 15.— Seduta della Riunione.
» 20.— Pranzo offerto dalla Società Catanese di Elettricità.

Sabato 22 Ott., ore 7.— Gita alle pendici dell'Etna e alle Centrali Idroelettriche dell'Alcantara in auto offerti dalla S.G.E.S. - Colazione offerta dalla S.G.E.S. in Centrale d'Alcantara.
» 18.— Arrivo a Taormina con gli stessi mezzi.

Domenica 23 Ott., ore 8.— Visita al Teatro Greco.
» 10.— Partenza in auto offerto dalla S.G.E.S. per la Stazione di Giardini. - Partenza da Giardini per Messina (ferrovia o auto). - Partenza da Messina per Ganzirri (faro) in tramvia gentilmente offerta dalla Società Anonima Tramways Siciliani di Messina. - Colazione offerta dalla Società Messinese per Imprese Elettriche. - Ritorno in città cogli stessi mezzi.
» 18.— Pranzo a Messina.
» 20.— Partenza da Messina pel continente. - Scioglimento del Congresso.

★

Sono finora annunciate le seguenti comunicazioni:

ACANFORA Ing. A. - *Applicazioni elettriche nelle miniere di zolfo.*
CIVITA Ing. D. - *Le imprese elettriche nella loro attività creatrice di nuove energie.*
DRAGO Ing. A. - *Impianto Alto Belice.*
EMANUELI Ing. L. - FERRANDO Ing. G. - VISMARA Ing. E. - *L'attraversamento dello Stretto di Messina.*
LOMBARDI Prof. L. - *Sovratensioni elettriche - Sistemi di protezioni - Parte VI.*
MARCHESI Ing. G. - *Comunicazioni telefoniche fra la Sicilia e il Continente.*
OMODEO Ing. A. - *Sui serbatoi della Sicilia e sul piano di elettrificazione dell'Isola.*
SEMENZA Ing. G. - *Di alcune particolarità dell'industria elettrica negli Stati Uniti di America.*
PRINETTI Ing. I. - *Le irrigazioni localizzate in Sicilia in relazione all'impiego di energia elettrica.*
TRICOMI Ing. B. - *Applicazioni elettriche per l'irrigazione.*
VISMARA Ing. E. - *La bonifica della Piana di Catania.*

AVVERTENZE IMPORTANTI.

CATEGORIE DELLE ADESIONI.

Le categorie sono le seguenti, danno diritto ai servizi qui descritti e corrispondono alle quote segnate. Sono compresi, oltre alle spese generali, tutti i pernottamenti, e quei pasti pei quali l'Associazione deve prendere impegni, inclusi i due pasti in vettura-ristorante.

CATEGORIA GENERALE.

giorno 16 — Vettura dal Porto all'albergo a Palermo, — colazione a Monreale, pernottamento a Palermo.
» **17** — Pernottamento a Palermo.
» **18** — Pranzo Sociale dell'A.E.I. — Pernottamento a Palermo.
» **19** — Treno speciale Palermo-Girgenti — Colazione e pranzo in vettura-ristorante — Carrozze a Girgenti per visita monumenti — Vetture a Siracusa dalla Stazione all'Albergo — Pernottamento a Siracusa.
» **20** — Vetture per visite ai monumenti di Siracusa — Colazione — Barche per gita all'Anapo — Pernottamento a Siracusa.
» **21** — Treno speciale Siracusa-Catania — Vetture per albergo a Catania — Pernottamento a Catania.
» **22** — Pranzo a Taormina — Pernottamento a Taormina.
» **23** — Prima colazione a Taormina — Pranzo a Messina. **Quota L. 570**

CATEGORIE SOCIALI.

Categoria Tpa — Soci di Palermo partecipanti alla Riunione e alle gite, come la Categoria Generale, meno la vettura all'albergo del giorno 16 e i tre pernottamenti a Palermo **Quota L. 480**
» **Tsi** — Soci di Siracusa partecipanti alla Riunione e alle gite, come la Categoria Generale, meno la vettura all'albergo del giorno 19, la colazione del giorno 20 e i due pernottamenti a Siracusa. **Quota di L. 490**
» **Tca** — Soci di Catania partecipanti alla Riunione e alle gite, come la Categoria Generale, meno la vettura all'albergo a Catania (giorno 21) e il pernottamento a Catania. **Quota L. 540**
» **Tma** — Soci di Messina partecipanti alla Riunione e alle gite come la Categoria Generale, meno il pranzo a Messina. **Quota L. 540**
» **Cco** — Soci non di Palermo partecipanti alla sola Riunione in Palermo dal 16 al 18 — Servizi della Categoria Generale limitatamente ai giorni 16, 17 e 18. **Quota L. 210**
» **Cpa** — Soci partecipanti alla sola Riunione in Palermo dal 16 al 18 — Giorno 16 colazione a Monreale, giorno 18 pranzo sociale. **Quota L. 130**
» **Ca** — Soci di Catania partecipanti solo a quanto si svolge in Catania. **Quota L. 40**

CORRISPONDENZA DEI SOCI. — Potrà venir indirizzata fino al giorno 17 ottobre a Palermo presso la Società Generale Elettrica della Sicilia, Via Giacomo Cusmano 10 e fino al giorno 20 ottobre a Catania presso la Società Catanese di Elettricità, Piazza Trento.

ABITI. — I Soci sono pregati di intervenire alle sedute, ai pranzi ecc. in abito da passeggio; non occorre soprabito; è raccomandabile l'impermeabile.

BAGAGLI. — Si prega di portar solo valigie, possibilmente leggere.

CHIUSURA DELLE ISCRIZIONI. — Per poter disporre in modo sicuro, specie per gli alloggi e pei mezzi di trasporto, si chiuderà l'iscrizione il 25 settembre, giorno entro il quale le adesioni dovranno essere pervenute all'Ufficio Centrale dell'A.E.I. (via S. Paolo, 10, Milano).

Non sono ammesse schede che contenessero varianti o che non fossero accompagnate dalla rispettiva quota.

INTERVENTO DELLE SIGNORE. — Sarà gradito l'intervento delle Signore. Ricordiamo come, per disposizione del Consiglio Generale, le iscrizioni dei membri delle famiglie dei Soci alle riunioni, sono limitate alla Signora del Socio e alle Signore e Signorine della famiglia.

ALLOGGI. — I Signori Soci sono pregati di attendere sul piroscafo prima dello scalo a Palermo la comunicazione dell'alloggio assegnato che verrà data da apposito incaricato. Ai Soci potrà venir assegnata una camera a più letti comune con altro Socio. Chi arrivasse dopo il giorno 16 potrà aver notizia dello alloggio assegnatogli rivolgendosi alla Sede della Riunione in Palermo, presso la R. Scuola degli Ingegneri.

RIBASSI FERROVIARI. — Sono concessi in via speciale i ribassi ferroviari secondo la tariffa differenziale B per il percorso: dalla Stazione di partenza a Napoli - da Napoli a Palermo in Piroscafo - pel percorso in Sicilia da Palermo a Messina - pel ritorno: sia da Palermo a Napoli e alla Stazione di partenza sia da Messina alla stazione di partenza. E' pure ammesso il percorso completo per via di terra. In tal caso occorre arrivare a Palermo la sera del giorno 15 (ore 16.30 oppure 20.30). Il Socio ne farà apposita annotazione sulla scheda e un incaricato alla Stazione di Palermo indicherà l'Albergo assegnato. Il primo pernottamento sarà a spesa diretta del Socio.

I Congressisti riceveranno un libretto a tagliandi dei quali potranno usufruire per quelle tratte del percorso che crederanno. I Soci dovranno far timbrare il libretto a Palermo od a Catania dall'Ufficio del Congresso.

Sono in corso pratiche per ottenere che i Soci che possiedono l'abbonamento possano usufruirne anche per il treno speciale di Sicilia. In caso favorevole verrà rimborsato l'importo del viaggio ora compreso nelle quote.

La validità dei tagliandi è dall'8 al 22 ottobre per l'andata e dal 15 al 30 ottobre per il ritorno.

VARIE. — Chi desidera comunicazioni telegrafiche relative alle iscrizioni, è pregato di telegrafare con risposta pagata.

CONSIGLIO GENERALE E COMMISSIONI

presso la R. Scuola d'Applicazione per gli Ingegneri - Istituto di Elettrotecnica Palermo - Via Maqueda, 175.

Sabato - 15 Ottobre, ore 15 - Consiglio Generale.
» - » » 17 - Seduta della Commissione pei lavori delle Sezioni.
» - » » 19 - Sedute di Commissioni tecniche.

TEDESCHI GIOVANNI FU GIOVANNI, *gerente responsabile* ARTI GRAFICHE VARESINE - VARESE

VOL. VIII (XXV degli Atti) 15 Settembre 1921 N. 25

L'ELETTROTECNICA

GIORNALE ED ATTI DELLA

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

REDAZIONE ED AMMINISTRAZIONE: VIA SAN PAOLO, 10 - MILANO - TELEFONO N. 20-86

REDATTORE CAPO: A. BARBAGELATA - REDATTORI U. BORDONI - M. SEMENZA - G. VALLAURI

La valvola termojonica e la telefonia a grande distanza.

Sono bene note ai nostri lettori le gravi difficoltà presentate dalla telefonia a grande distanza, collegate con i delicati e complessi fenomeni che accompagnano la propagazione delle correnti variabili nei conduttori a costanti distribuite; e gli Atti della nostra Associazione contengono vari interessanti contributi [1] di studiosi italiani alla soluzione del difficile problema tecnico-economico. Ma in questi ultimi tempi l'introduzione in telefonia di quel meraviglioso piccolo apparecchio che è la valvola termojonica ha aperto tutto un nuovo campo di insospettate possibilità; in quanto la valvola, prestandosi perfettamente a funzionare come ripetitore amplificatore telefonico, permette la suddivisione delle lunghe linee in tratti più brevi e consente, di conseguenza, di superare distanze di gran lunga maggiori di quelle che già erano considerate praticamente insormontabili sino a pochissimi anni or sono. E nei primi mesi di quest'anno sono perfettamente riusciti, negli Stati Uniti, esperimenti di conversazione telefonica fra Catalina, sul Pacifico, e Havana, passando per S. Francisco, Chicago, New York e Key West (Florida): ad una distanza, cioè di oltre *novemila km!*

Questa notizia sembrerà certo fantastica agli abbonati telefonici italiani abituati al servizio, anzi, al disservizio del quale più volte abbiamo parlato: ai modestissimi abbonati che si dichiarerebbero certo soddisfatti per tre quarti ove fosse possibile avere un decente servizio telefonico urbano!

Ma il meccanismo di Stato, necessariamente pesante, al quale, purtroppo, sono affidati i servizi telefonici, accenna vagamente a scuotersi per merito dei migliori elementi che esso possiede, o, per lo meno, ad interessarsi di quanto si fa nei Paesi tecnicamente più progrediti. E l'articolo che pubblichiamo nel presente fascicolo ha avuto appunto origine da quanto ha potuto vedere a Londra l'Ing. MARCHESI, inviato dall'Amministrazione di Stato (insieme all'Ing. Magagnini) ad assistere ad esperienze concrete sulle nuove possibilità tecnico-economiche che l'impiego del ripetitore termojonico apre alla telefonia a lunga distanza.

Dobbiamo sperare che finalmente l'Amministrazione di Stato intenda fare qualche cosa per migliorare il servizio telefonico?

Il prossimo Congresso in Sicilia.

Mentre scriviamo tutti i Consoci avranno già ricevuto il programma e la scheda di adesione al Congresso diramate dall'Ufficio Centrale. Ed avranno notato — supponiamo con piacere — la novità di una quota d'iscrizione complessiva, con la quale il congressista viene sollevato da pressochè tutte le spese e le noie del viaggio. Qualcuno potrà osservare che viene così un po' menomata la libertà di movimento dei congressisti, costretti a formare una vera carovana; ma non si devono dimenticare le caratteristiche del tutto particolari di questo Congresso. Non è infatti da pensarsi che i soci del continente potessero come in altre riunioni, intervenire solo a determinate giornate della riunione. Coloro che si decideranno — e saranno molti — a recarsi in Sicilia, saranno ben lieti di seguire un itinerario che offre le più grandi attrattive. Itinerario ed organizzazione sono stati curati con grande amore dagli ospiti siciliani ai quali tutti dobbiamo essere veramente grati.

La scheda d'iscrizione è impegnativa.... Una analoga severità era nelle lodevoli intenzioni della Presidenza Generale anche per la parte tecnica del Congresso, nel senso che non avrebbero dovuto ammettersi al Congresso le memorie di cui non fosse pervenuto il testo entro l'Agosto. Ma, di fatto, con la pubblicazione dell'Ing. EMANUELI, che oggi pubblichiamo, sono già esauriti i lavori presentati tempestivamente! Alcuni Colleghi hanno giustificato con buone ragioni il mancato invio; ma i più hanno fatalmente seguito le vecchie abitudini. La Presidenza è così costretta a rinunciare alle sue severe intenzioni, ma vogliamo sperare che da parte loro, i nostri Colleghi facciano il piccolo sforzo necessario per permetterci di pubblicare prima del Congresso almeno un largo sunto dei loro lavori.

LA REDAZIONE.

[1] *Atti* – A. E. I. 1902, (G. D. PIRRO); 1905 (G. GIORGI); 1905 (G. D. PIRRO); 1909 (G. D. PIRRO).

RIPETIZIONE TELEFONICA AMPLIFICATA CON LA LAMPADA A TRE ELETTRODI

Ing. G. MARCHESI

Comunicazione alla Sezione di Roma - 20 Giugno 1921

Il socio Ing. G. Marchesi, prendendo occasione da una gita da lui compiuta a Londra insieme all'Ing. Magagnini, ha fatta alla Sezione di Roma nella sera del 20 Giugno u. s. una comunicazione sull'argomento indicato nel titolo.

Nella prima parte, che riassumiamo perchè l'argomento fu già trattato nel nostro giornale, l'Ing. Marchesi, accennati i requisiti cui il servizio telefonico pubblico deve soddisfare, ha rammentato che la limitazione della distanza *cui può giungere la conversazione telefonica è imposta sopratutto dalla linea e che, nonostante il grande passo innanzi fatto dal 1900 col sistema della pupinizzazione, il problema della* ripetizione telefonica *continuò ad affaticare la mente degli ingegneri ed ebbe finalmente una soluzione esauriente coi ripetitori elettronici.*

L'Ing. Marchesi riassume, a questo punto, brevemente, la teoria elettronica per tracciare le origini della lampada a tre elettrodi, *attraverso al* fenomeno di Edison, *alle* valvole a gas jonizzato, *alle applicazioni che simili apparecchi hanno avuto nelle* Radiocomunicazioni, *per passare, infine, alla fase di adozione della lampada a tre elettrodi nella ripetizione telefonica.*

Messe in rilievo le diverse condizioni di funzionamento nel ricevimento radiotelegrafico e nella ripetizione telefonica, l'Ing. Marchesi è giunto così alla descrizione dell'elemento ripetitore nella sua forma schematica e nelle sue caratteristiche essenziali, venendo infine a parlare della inserzione dei ripetitori sulle linee telefoniche.

Riportiamo da questo punto integralmente la comunicazione.

*

Vediamo ora come l'elemento ripetitore venga inserito sulle linee per rispondere alle esigenze della telefonia ordinaria, al requisito, prima di tutto, della ripetizione nei due sensi: limitando il nostro esame ai sistemi principali più generalmente usati, che sono tre e che si dicono: *Sistema a un solo ripetitore; sistema a circuito semplice con due ripetitori e sistema a quattro fili o doppio circuito.*

1). *Il sistema a un solo ripetitore* o montaggio Edison, cui accenneremo solo brevissimamente perchè non può essere usato, come

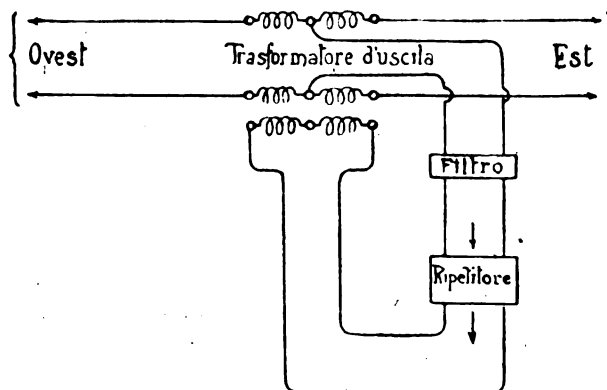



Fig. 1.

vedremo, se non in condizioni speciali, è rappresentato schematicamente nella fig. 1. La energia che giunge per es. dalla linea Ovest è in parte trasmessa alla linea Est lungo il circuito di linea ma nella maggior

parte essa è divisa fra i circuiti di entrata e di uscita dell'elemento ripetitore. L'energia che va pel circuito d'uscita è dissipata inutilmente: quella che va pel circuito d'entrata, selezionata dal filtro, è amplificata dall'elemento ripetitore e passa al trasformatore d'uscita. A questo punto, se le due linee Est ed Ovest hanno caratteristiche molto simili fra loro, l'energia si dividerà in due parti uguali, una che ritorna indietro sulla linea Ovest, cioè senz'alcun vantaggio, l'altra che, sommandosi alla piccola parte passata direttamente, procede innanzi lungo la linea Est e costituisce la trasmissione amplificata.

La condizione d'impiego del sistema è, dunque, che i due tratti di linea ad Est e ad Ovest del posto di ripetizione abbiano le stesse caratteristiche elettriche, altrimenti se essi hanno impedenza caratteristica diversa per qualcuna delle frequenze comprese nella zona telefonica, allora per quelle frequenze si susciteranno delle tensioni estranee nel circuito d'entrata dovute a correnti provenienti dal circuito d'uscita, d'onde una tendenza della lampada a *cantare* o *sibilare*, come si usa dire, e a *distorcere* la trasmissione.

2). *Nel sistema a circuito semplice con due ripetitori* o montaggio Richard, un solo circuito (naturalmente a due fili, cioè completamente metallico) viene usato per la conversazione in ambo le direzioni, come nella telefonia ordinaria senza ripetitori, e le cose sono combinate in modo che il posto ripetitore funzioni nei due sensi, conformemente alle traslazioni telegrafiche.

Lo schema dell'impianto è indicato nella fig. 2. Questo sistema impiega due elementi di ripetizione, uno per la trasmissione in un senso, diremo per intenderci da Est ad Ovest, l'altro pel senso contrario, da Ovest ad Est. Richiede due trasformatori di uscita e inoltre ognuna delle due linee, in luogo di essere bilanciata, equilibrata dall'altra linea, è equilibrata da una linea artificiale avente le sue stesse caratteristiche, più particolarmente, diciamo, avente la sua stessa impedenza per tutta la zona delle frequenze telefoniche. Anche qui è facile rendersi conto del funzionamento. Provenga la trasmissione dalla linea Ovest: allora una piccola parte della energia va assorbita dalla linea artificiale di equilibrio come se la linea vera si prolungasse simmetricamente dall'altro lato; la maggior parte, però, si divide fra il circuito d'entrata del ripetitore 1 e il circuito d'uscita del ripetitore 2. Questa parte è dissipata senza vantaggio; la prima, invece, avviata al ripetitore 1 viene amplificata e portata al trasformatore d'uscita sulla linea Est, dove essa si dividerà fra la linea reale e la sua simmetrica artificiale.

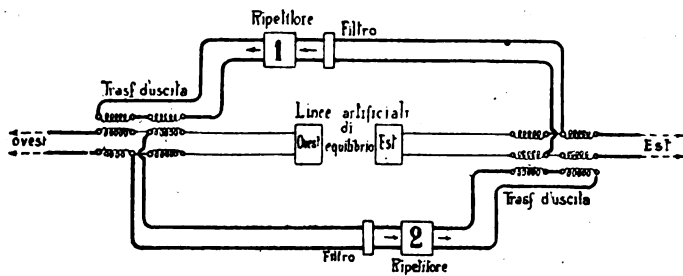



Fig. 2.

Nel diagramma della fig. 3, pure schematico ma più completo, sono rappresentate le parti dell'elemento ripetitore, il che permette di esaminare il funzionamento complessivo in modo più chiaro; le correnti telefoniche provenienti dalla linea Ovest passano, dagli attacchi centrali del trasformatore d'uscita al filtro, poi ai capi del primo avvolgimento del trasformatore d'entrata, il quale protegge la lampada tagliando ogni connessione diretta con la linea e inoltre aumenta il voltaggio delle correnti telefoniche entranti sino a valori sufficienti per agire sulla griglia. Questo trasformatore porta un condensatore di protezione contro le correnti parassite: contatti, scariche atmosferiche etc. Al trasformatore segue il potenziometro il quale ha una doppia funzione: 1°) esso regola il valore dei voltaggi dovuti alle correnti telefoniche che si sovrappongono al voltaggio fisso della griglia,

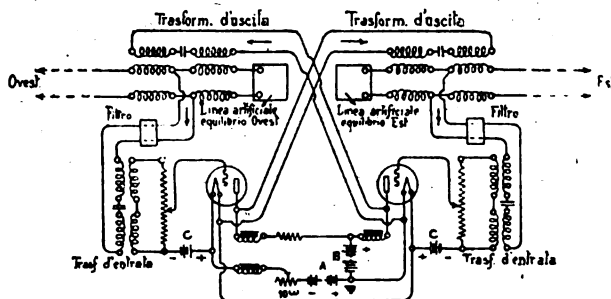



Fig. 3.

controllando così l'amplificazione; 2°) Essendo esso un'alta resistenza collegata in ponte fra la griglia e il filamento, contribuisce a dare un valore costante e finito alla impedenza d'entrata del ripetitore.

Alle variazioni delle tensioni sulla griglia corrispondono, come vedemmo, variazioni di correnti nel circuito filamento-lamina, variazioni che vengono trasmesse attraverso al trasformatore d'uscita alla linea Est; questo trasformatore d'uscita ha un condensatore che taglia la via alla corrente continua di alimentazione della lamina.

Osserviamo, senza intrattenerci sull'argomento, che per il perfetto funzionamento dovrebbe essere in altissimo grado raggiunta la condizione di equilibrio fra la linea vera e la artificiale; il che non è sempre possibile o facile; tuttavia questo circuito è molto più stabile di quello che abbiamo veduto nel precedente sistema per varie ragioni, una delle quali è questa, che, come sarebbe facile vedere, è sufficiente che una delle linee artificiali equilibri esattamente la sua linea vera, perchè sia evitata la tendenza del ripetitore a *cantare*, anche se esista un qualche grado di disquilibrio fra l'altra linea artificiale e la sua corrispondente vera. Ciò costituisce evidentemente una vantaggiosa condizione di stabilità. In generale, data la qualità di lampade che oggi l'industria fornisce, possiamo dire che il grado di amplificazione che si può raggiungere in pratica dipende dalla approssimazione cui può essere spinta la condizione di equilibrio fra la linea vera e la artificiale. Ma questa condizione, a sua volta, dipende dallo stato di costituzione della linea reale; se una linea interurbana è uniforme in tutta la sua lunghezza, è possibile progettare e costruire una linea artificiale relativamente semplice che riproduca le caratteristiche della linea vera; quando invece la linea non è uniforme, esistono irregolarità nella sua impedenza caratteristica e il problema di equilibrarla diviene estremamente delicato; ciò sopratutto quando tratti di cavo sieno inseriti su di una linea a fili nudi, o quando sulla linea esistano rocchetti di carico, bobine Pupin, di diversa induttanza o non uniformemente distribuiti lungo il percorso. E' dunque appunto la condizione della linea vera, piuttosto che il ripetitore o il suo circuito, che limita in definitiva, nella pratica, le amplificazioni ottenibili da un ripetitore.

3). Veniamo infine al *Sistema a quattro fili o a doppio circuito*. Nei due sistemi precedenti abbiamo veduto che la linea col suo posto di ripetizione viene utilizzata per la corrispondenza in ambo i sensi, come in un ordinario circuito. In questo terzo sistema, invece, per la corrispondenza occorrono due circuiti: uno di essi serve alla trasmissione, per es., da Est ad Ovest, l'altro per la trasmissione da Ovest ad Est. Questi due circuiti poi, a mezzo di speciali dispositivi, si congiungono insieme, ad ambo gli estremi, su altre linee ordinarie a due fili, cui possono essere collegati, o sugli apparati telefonici di corrispondenza, i quali apparati sono del tipo ordinario poichè le correnti telefoniche si avviano automaticamente su quello dei due circuiti che deve trasmetterle.

Il sistema è rappresentato nella fig. 4 nella forma più schematica possibile: vi sono indicati i due circuiti, che potremo chiamare Nord

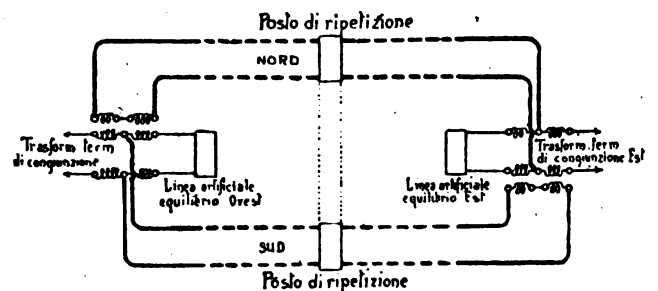



Fig. 4.

e Sud, contenenti ciascuno il suo ripetitore, il quale, naturalmente, in questo caso è una sola direzione, cioè ripete in un solo senso (condizione vantaggiosa di funzionamento, che avremo occasione di richiamare) poi i trasformatori di congiunzione agli estremi e le linee artificiali di equilibrio delle linee ordinarie Est ed Ovest, le quali linee artificiali assumono in questo caso una forma più semplice che non nei casi precedenti, conferendo così al sistema un'altra preziosa qualità.

Il disegno, pure schematico, della figura 5, rappresenta l'impianto con le indicazioni essenziali a comprenderne il funzionamento. Notiamo che in ciascuno dei rami (Nord e Sud) sono accoppiate due lampade.

Supponiamo di considerare un momento nel quale, durante la conversazione fra due persone agli estremi delle linee Est ed Ovest, sia la persona posta all'estremo Ovest quella che sta parlando. Allora le correnti telefoniche provenienti dal detto estremo arrivano prima al trasformatore terminale di congiunzione, ove si dividono in due: una parte passa per il circuito Nord e si dissipa nel trasformatore di usci-

ta; l'altra parte passa pel circuito Sud, arriva a un primo trasformatore speciale (che interessa generalmente i circuiti combinati), poi al potenziometro e infine al trasformatore d'entrata e alla griglia di

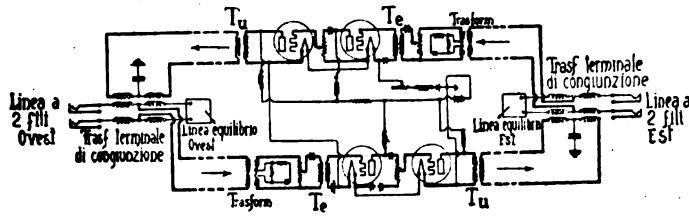



Fig. 5.

una prima lampada che amplifica il voltaggio, L'accoppiamento fra le due lampade si compone di un potenziometro di alta resistenza. La corrente amplificata attraverso la seconda lampada passa al trasformatore di uscita e di qui finalmente all'altro trasformatore terminale e alla linea Est.

Analogamente funziona il circuito Nord per le correnti provenienti dall'Est.

★

La dimostrazione presentataci a Londra consisteva di due modelli funzionanti di impianti di ripetizione su linee artificiali rappresentanti circuiti interurbani.

Uno dei modelli, collocato in un laboratorio della Western, era formato da un impianto di ripetitori col sistema a due fili o a semplice circuito su una linea corrispondente a 140 miglia di cavo equipaggiato con bobine Pupin, a conduttori di rame pesanti 20 libbre per

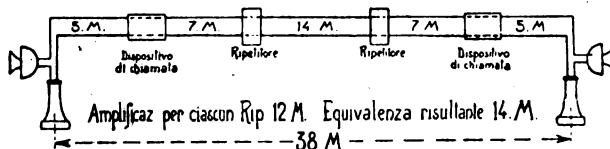



Fig. 6.

miglio cioè del diametro di mm 0,91. Lo schema è riportato nella fig. 6. Una simile linea equivale a 38 miglia del cavo così detto standard.

Apriamo una breve parentesi:

Allo scopo di paragonare la trasmissione di differenti circuiti telefonici è necessario convertire la lunghezza e la costituzione di ogni tipo di linea nella equivalente lunghezza di una linea prestabilita, definita, e comunemente accettata come unità di valutazione.

Per accordo comune, un miglio di un certo particolare tipo di cavo è preso appunto come unità pel confronto; e questo cavo è ordinariamente chiamato Standard ed ha una resistenza di 68 ohm e una capacità di 0.054 microfarad per miglio di coppia, il che corrisponde ad una costante di attenuazione chilometrica di circa 0,1.

Si dice allora che una qualsiasi linea telefonica offre una trasmissione equivalente a tante « miglia di cavo standard » o semplicemente a tante « miglia standard », volendo dire con ciò che la trasmissione lungo detta linea da un estremo è ricevuta all'altro estremo con una intensità o, come si usa anche dire, con un volume quale si avrebbe se alla linea di cui si tratta fossero sostituite *tante* miglia di cavo standard.

Un circuito di 30 miglia standard presenta una trasmissione accettabile con buoni apparecchi; un circuito più lungo (e qui s'intende elettricamente più lungo, poichè materialmente potrebbe essere più corto) non è in realtà considerato soddisfacente ai fini commerciali, e perciò si può ammettere che una linea equivalente a 30 miglia di cavo standard rappresenti il massimo limite commerciale.

Allora, l'effetto di un ripetitore nei riguardi dell'esercizio pratico di una linea può essere considerato come una resistenza o un'attenuazione negativa, cioè come un accorciamento del circuito valutabile in miglia di cavo standard.

Si potrà, dunque, dire, e si dice infatti, che il ripetitore termoionico produce un'amplificazione di 10, 20, 30 e più miglia.

Torniamo ora al modello di posto ripetitore, del quale dicevamo che esso era applicato su una linea equivalente a circa 38 miglia di cavo standard. Si comprende che, superando detta linea il limite massimo (30 miglia standard) per una sufficiente trasmissione, quando i ripetitori erano esclusi, io e l'Ing. Magagnini posti agli estremi della linea non potevamo affatto corrispondere. Coi posti di ripetizione inclusi, che riducevano la linea a circa 14 miglia standard, cioè a poco più di un terzo della sua lunghezza, la conversazione riusciva ottima.

L'altro modello, che noi vedemmo prima nei locali della Royal Institution (dove in quei giorni si celebravano solennità commemorative in onore di Faraday) poi nel laboratorio della Western, consisteva di due ripetitori del sistema a 4 fili su linee artificiali rappresentanti un circuito interurbano. Il tratto a 4 fili era terminato ad ogni estremo da un dispositivo il quale permetteva la connessione con linee locali di circa 5 miglia. All'estremo poi di queste linee era collegato un apparecchio d'abbonato a batteria locale; e per rendere più manifesta la dimostrazione questo apparecchio era munito di un certo numero di ricevitori affinchè altrettante persone potessero contemporaneamente ascoltare. Schema dell'impianto nella fig. 7.

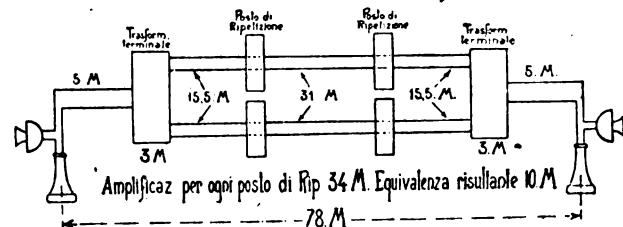



Fig. 7.

La lunghezza totale della linea era di 72 miglia di cavo standard ossia l'equivalenza dei seguenti circuiti:

Tipo di linea	Lunghezza km.	Diametro mm.
Cavo pupinizzato	400	0.91
Aerea	1610	2.84
»	2975	4.02
»	4500	4.90

A queste 72 miglia ne vanno sommate altre 6 corrispondenti a perdite nei dispositivi terminali di congiunzione. In tutto, dunque, 78 miglia.

Con ambedue i ripetitori in circuito la linea si riduceva apparentemente a 1/8 della sua lunghezza, cioè a circa 10 miglia standard. Quando uno solo dei ripetitori era connesso, la linea era ridotta a poco più della metà della sua lunghezza. E l'effetto veniva dimostrato nel modo seguente: uno di noi parlava ad uno degli apparecchi mentre un altro o anche più persone ascoltavano dall'altro apparecchio appartato. I ripetitori potevano essere inclusi o esclusi a mezzo di chiavi. Osservammo gli effetti che seguono:

1°) Nessun ripetitore in circuito.

Non si udiva assolutamente nulla.

2°) Un ripetitore incluso.

La voce si udiva debolissima; la conversazione era impossibile.

3°) I due ripetitori inclusi.

La conversazione era ottima.

I ripetitori usati in questo impianto sono dello stesso tipo generale usato in America sul circuito transcontinentale di circa 5500 km, New York - S. Francisco; sul quale sono incluse ora dodici stazioni ripetitrici.

In aggiunta alle armature dei ripetitori, vi è un tavolo, pure verticale, per esperimenti, il quale può essere collegato, nelle sue varie parti, ai ripetitori allo scopo di eseguire misure di corrente, di voltaggio, di amplificazione.

Naturalmente nei grandi uffici di ripetizione il montaggio è fatto in modo che ogni operazione come l'alimentazione dei ripetitori, la sorveglianza, il controllo, la prova, sia semplificata e facilitata; a tal fine la fornitura dell'energia è fatta da una batteria comune e gli organi di sorveglianza dei potenziali e delle correnti, l'ascoltazione delle conversazioni etc. sono tutti concentrati su un solo tavolo, con dispositivi che permettono di eseguire qualsiasi operazione su uno qualunque dei ripetitori dell'ufficio.

★

Il fatto che nel sistema a 4 fili il funzionamento del ripetitore è in un solo senso e le difficoltà di equilibrare le linee reali con linee artificiali sono ridotte al minimo, rende possibile di raggiungere un'amplificazione assai più alta che nel sistema a due fili. Mentre il ripetitore a due fili permette su una linea in cavo un'amplificazione di 10 a 20 miglia di cavo standard (vale a dire un'attenuazione generale negativa di 1,06 a 2,12), con una ripetizione a 4 fili si ha un'amplificazione da 20 a oltre 30 miglia di cavo standard (attenuazione generale negativa 2,12 a 3,20).

Per queste ragioni sulle maggiori distanze la ripetizione a doppio circuito permette un impiego totale di rame minore che nella ripetizione a circuito semplice. Il che a prima vista poteva sembrare strano.

D'altra parte il prezzo di un ripetitore a 4 fili è assai minore di quello di un ripetitore a 2 fili poichè in questo ultimo hanno grande influenza i dispositivi complicati di equilibrio delle linee. Così che, in complesso, il sistema a 4 fili si presenta più economico.

Un recente studio dell'Ing. Valensi, ingegnere delle poste e dei telegrafi francesi, si chiude appunto con un calcolo sommario dei limiti di convenienza nell'impiego del sistema a 4 fili in confronto a quello di due. Egli suppone di dover collegare due città poste ad una data distanza, a mezzo di un cavo telefonico contenente un dato numero di circuiti combinanti, aventi ciascuno una attenuazione totale data o, il che è lo stesso, un dato equivalente di trasmissione di miglia di cavo standard. Il costo totale dell'impianto della linea si comporrà del prezzo del cavo, di quello delle bobine, di quello dei ripetitori, compresa in questi prezzi ogni e qualunque spesa sino al trasporto, alla posa e alla messa in opera.

Fatte alcune ipotesi circa i diametri dei conduttori e circa la pupinizzazione, e trascurando alcuni elementi, egli giunge alla conclusione che il sistema a 4 fili diviene più vantaggioso di quello a due fili quando la lunghezza dei circuiti sia superiore a circa 200 km.

Se non errano i nostri appunti gli ingegneri della Western ci dichiararono che il sistema a 4 fili diviene di vantaggioso impiego per distanze al di sopra di 650 km, il che, quando si tratti di linee aeree, può ritenersi corrispondente ai risultati del Valensi, riferentisi a un cavo.

*

Attualmente sono attivi in servizio commerciale agli Stati Uniti oltre 1500 ripetitori, la maggior parte dei quali su linee aeree, ma parecchi anche su circuiti in cavo.

In America infatti i cavi moderni a servizio dei centri attraversati da una linea sono equipaggiati con bobine pupin e ripetitori elettronici.

Le bobine sono di 0.175 henry sui circuiti combinanti e di 0.106 henry sui circuiti combinati, collocate a intervalli di circa km 1800 (6000 piedi). I conduttori sono del diametro di mm 1,29 (N.° 16 Brown et Sharp; ohm 13,19 per filo-chilometro) e del diametro 0,91 (N.° 19 Brown et Sharp; ohm 26,57 per filo-chilometro). I ripetitori sono distribuiti a distanze intorno ai 150 km.

Le stazioni di un centinaio di ripetitori sono già numerose; quella di Princeton lungo il cavo Boston Washington, impiantata in un edificio appositamente costruito, contiene oltre 200 ripetitori funzionanti ed è destinata a contenerne 500.

Il circuito più lungo in cavo, sino a qualche tempo fa, era appunto quello ora ricordato fra Boston e Washington, distanza totale circa 800 km. Questo cavo, posato prima dell'adozione dei ripetitori, porta dei conduttori di mm 2,59, conduttori assai più grossi di quel che ora occorre in simili casi. Tuttavia il circuito, equivalendo a circa 30 miglia di cavo standard, raggiungeva già il massimo limite ammesso per una conversazione tollerabile. Col ripetitore l'equivalenza è stata ridotta a circa 14 miglia.

Ora il circuito più lungo, in cavi, munito di ripetizione termoionica è il cavo fra le città di New York e Chicago distanti fra loro circa 1600 km. La comunicazione è a circuito doppio, a quattro fili con conduttori di 20 libbre per miglio cioè del diametro di mm 0,91, con equipaggiamento Pupin e con ripetitori. Per apprezzare questo risultato tecnico e commerciale, si consideri che, prima dell'uso dei ripetitori, occorrevano conduttori di 300 libbre a miglio, cioè del diametro di mm 3,5, per un cavo da Londra a Birmingham cioè per una distanza circa 1/6 di quella New York Chicago. Ciò vuol dire che l'uso della ripetizione a 4 fili rappresenta un risparmio di oltre l'80% di rame.

Si comprende quindi che presentemente molti studi e progetti siano in corso in Europa. L'Amministrazione germanica, fiancheggiata da Case tecnicamente ed economicamente poderose come la Siemens-Halske, ha già superato il periodo degli studi per entrare risolutamente in quello dei progetti e dei lavori, destinati a formare la grande rete telefonica sotterranea. Senza entrare in particolari, diremo che, tenuto conto dei risultati pratici ottenuti dalle esperienze sui cavi pupinizzati, segnatamente sul cavo di 600 km Berlino - Città renane posato da circa 6 anni; dei valori di amplificazione che possono raggiungersi con sicurezza di funzionamento; delle condizioni geografiche del paese e, specialmente, del fatto singolare che i centri di maggior traffico sono fra loro distanti circa 75 km o un multiplo di 75; del presumibile fabbisogno di comunicazioni di interesse interno e internazionale, l'Amministrazione germanica è arrivata ad un suo *tipo normale di cavo* e ad un suo *tipo normale di ripetizione* che qui accenniamo brevemente:

1) Cavi: A seconda della possibilità di posa si usa cavo in tubazione o cavo armato. Isolamento in carta e aria. Le coppie vengono due a due cordate a bicoppie. Il mantello di piombo è di uno spessore di mm 3,2 pei cavi da tubazione e di mm 3,00 pei cavi armati. I diametri dei conduttori sono di mm 0,9 e di mm 1,4. I cavi normali, con cordatura Diselhorst-Martin per le bicoppie, sono equipaggiati di 2 in 2 km con bobine Pupin, la cui induttanza è di 0,2 H per i conduttori di 0,9 mm e di 0,19 H per i conduttori di 1,4 mm. Ne risulta un'attenuazione specifica di $\beta\ l = 0{,}02$ per i fili di 0,9 mm e di $\beta\ l = 0{,}01$ per i fili di 1,4 mm.

2). Amplificatori: Il valore dell'amplificazione che può essere raggiunto con piena sicurezza di funzionamento è di $\beta\ l = 1{,}5$ per ogni amplificatore da linea a doppio filo e di $\beta\ l = 3{,}00$ per ogni amplificatore da bicoppia. Ne derivano le seguenti distanze fra le stazioni amplificatrici:

75 km	per i circuiti a	2 fili	del diametro di	0.9 mm
150 »	»	2	»	1.4 »
150 »	»	4	»	0.9 »
300 »	»	4	»	1.4 »

Siccome è desiderabile non usare più di tre amplificazioni per comunicazione, ne deriva che la massima distanza a cui si potrà comunicare su circuiti a due fili di 1.4 mm sarà di 600 km. Per le grandi comunicazioni internazionali si useranno i circuiti a 4 fili. I dati tecnici inerenti alle stazioni amplificatrici ed ai relativi dettagli costruttivi vennero essi pure fissati. Per terminare questo breve cenno relativo alla Germania diremo che attualmente sono in corso colà i lavori per 4 importanti stazioni amplificatrici, la prima delle quali — quella di Hannover — deve essere attivata nel corrente anno. La potenzialità iniziale di questa stazione sarà per 150 dispositivi di amplificazione.

L'Amministrazione telegrafica e telefonica svedese sta impiantando un cavo interurbano fra Stockholma e Goteburgo che impiegherà circa 350 di tali ripetitori. La Francia ha i suoi migliori ingegneri (a cominciare dal Ruat e dal Valensi) intorno a questo importante problema; ha molti impianti in esperimento, e ha concretato un notevole programma di rete interurbana. Il Post Office Inglese sta pure progettando un sistema di cavi interurbani nel quale i ripetitori saranno largamente usati. Non ci intratteniamo sull'argomento; chi desiderasse saperne di più può leggere la pregevole comunicazione fatta all'« Institution of Electrical Engineers » nello scorso marzo dal Sig. Noble Ingegnere Capo del Post Office.

In occasione della nostra visita a Londra noi abbiamo potuto assistere, appunto, alle operazioni di posa di un cavo interurbano destinato al collegamento fra Londra e Bristol, circa 190 km.

Il cavo comprende 308 paia di conduttori in 154 bicoppie.

I conduttori sono di rame della solita grossezza: 20 libbre a miglio cioè diametro di mm 0.91. Il diametro esterno del cavo, alla superficie della guaina di piombo è di mm 68,5 ed il peso di kg. 13 a m.

Il cavo sarà equipaggiato con bobine Pupin a intervalli di km 1,800; vi si formeranno circuiti combinati e vi si includeranno ripetitori del sistema a quattro fili o doppio circuito.

Durante la posa vengono eseguiti, in punti prestabiliti di ciascuna sezione pupinizzata, delle prove di capacità, al fine di fare una scelta dei circuiti e collegarli fra loro in modo da ridurre al minimo i disquilibri di capacità.

L'Italia non ha trascurato l'importante argomento, se pure non è riuscita ad ottenere sinora risultati pratici.

Sin dal 1913 con la legge del 20 Marzo N. 253 si gettavano le basi tecniche ed economiche di un programma di sistemazione interurbana che comprendeva la cavificazione sotterranea delle principali arterie: da Napoli a Roma, a Firenze (con diramazione a Livorno), a Bologna (con diramazione a Venezia), a Piacenza, Voghera per giungere a Genova, Torino e Milano.

La guerra e le sue conseguenze hanno sospeso la esecuzione di tale programma che attualmente incontra enormi difficoltà di ordine finanziario. Tuttavia si vorrebbe almeno eseguire la parte relativa alla stella Genova - Torino - Milano, e il relativo progetto è ora completo in tutte le sue parti.

Frattanto qualche esperimento si è fatto: una stazione ripetitrice fu inclusa a Torino sul circuito Roma - Parigi; recentissimamente (il 19 Giugno) con un tavolo di ripetizione fornito dalla Siemens-Halske e impiantato nell'ufficio interurbano di Roma furono eseguiti esperimenti notevoli, per es.:

1) Fu stabilita la comunicazione fra Voghera e Catania passando per Milano: linea di quasi 1800 km, $\beta\ l$ totale 4, 5 ridotto dall'amplificazione (equivalente ad un'attenuazione negativa di 2,3) a 2,2. Conversazione ottima: Voghera dichiarò di udire Catania come ode ordinariamente Milano.

2) Fu stabilita una comunicazione fra Venezia e Palermo: linea di circa 1610 km, $\beta\ l$ totale 5,2, ridotto a 2,9. La conversazione si svolse regolarmente, mentre senza ripetitori è impossibile.

★

L'introduzione del ripetitore, amplificatore termojonico ha esteso e perfezionato la trasmissione sulle lunghe linee ed ha apportato considerevoli economie nella costruzione dei circuiti interurbani. Prima di 7 o 8 anni fa, quando cominciò l'adozione del ripetitore, la distanza massima per un traffico telefonico commerciale era intorno ai 1500 km, pur profondendo grandi capitali nelle linee e utilizzando i migliori apparecchi e dispositivi allora conosciuti.

Il ripetitore telefonico ha trasformato profondamente il problema tecnico ed economico inquantochè, per suo mezzo, è ora possibile stabilire conversazioni telefoniche commerciali sopra distanze alle quali non avevamo mai osato pensare.

Si può dire, senza tema di esagerare, che non v'è oramai limite nella *distanza telefonica* se non nelle difficoltà che può opporre la conformazione della superficie terrestre; difficoltà anche queste che non tarderanno ad essere superate. Sono avvenute recentemente in America delle esperienze che, se non hanno ancora un valore pratico commerciale, ne hanno uno grandissimo nei riguardi delle possibilità telefoniche di un avvenire assai prossimo.

Ai primi dello scorso aprile è stato inaugurato il collegamento telefonico fra l'isola di Cuba e il continente americano, a mezzo di tre cavi sottomarini, posati a qualche distanza l'uno dall'altro ma convergenti da un capo all'Havana nell'isola, e dall'altro a Key West nella Florida. Il tratto di mare che separa i due punti è di circa 160 km ma sono occorsi quasi 200 km di cavo per coprire la distanza sul fondo del mare.

E' stato uno studio molto interessante quello di un cavo del genere e potrà essere assai utile a noi dell'Amministrazione e ai nostri colleghi appartenenti alla industria della fabbricazione dei cavi per integrare il nostro progetto di una comunicazione telefonica con la Sardegna.

Ognuno dei tre cavi di Cuba porta nel suo asse centrale un conduttore semplice di rame avvolto dalle spire di un filo di ferro che lo carica di induttanza; poi un isolamento in gutta-percha. Al doppio scopo di proteggere la gutta dalle insidie di piccoli animali della fauna subacquea e di dare alle correnti telefoniche un circuito completato metallicamente e quindi migliore di quello che potrebbe essere assicurato dall'acqua marina, lo strato di guttaperca è avvolto da un nastro di rame. Sopra a questo è posta una fasciatura di juta e, infine, al disopra di questa, un'armatura in fili di acciaio a protezione del cavo da ogni azione meccanica.

La posa di questi cavi è stata una impresa irta di notevoli difficoltà: benchè non si tratti di una grande traversata, il mare però presenta in alcuni punti verso Cuba profondità sino oltre 1500 m con una catena di alture, mentre verso Key West l'acqua è bassa con scogliere di corallo che dovettero essere attaccate a dinamite per farvi le trincee di posa.

Due dei circuiti sottomarini servono a formare due linee di collegamento fra l'ufficio centrale di Havana e un grande ufficio (Walker-Lispenard) di New York; mentre il terzo circuito collega la capitale cubana con Jacksonville Florida.

Speciali dispositivi sono applicati agli estremi dei cavi sia per la ripetizione e amplificazione sia per la simultaneità e multiplicità dei servizi telegrafici e telefonici.

Fig. 8.

Il giorno 11 Aprile il presidente degli Stati Uniti da Washington e quello di Cuba da Havana si scambiarono i loro saluti con la stessa facilità e chiarezza che si può avere fra due punti a breve distanza. Ed era già una linea di circa 2500 km. Ma l'avvenimento culminante di queste che possiamo chiamare cerimonie telefoniche sperimentali fu la conversazione stabilita fra Catalina Island nel Pacifico a 45 km dalla costa della California e l'isola di Cuba, attraverso una linea così composta (fig. 8). Da Catalina a Los Angeles per comunicazione radiotelefonica, da Los Angeles a S. Francisco, a New York, sino a Key West per la grande linea transcontinentale allacciata alle linee costiere; infine da Key-West all'Havana per cavo sottomarino. In tutto, da un capo all'altro, *oltre 9100 km*, la più grande distanza su cui sino ad oggi si sieno scambiate parole dirette.

Evidentemente nulla vieterebbe oramai al vecchio continente di stabilire comunicazioni telefoniche fra i suoi più lontani centri, per esempio da Londra con Calcutta, con Singapor o da Roma con Pechino o forse anche con Tokio. Visione che ci maraviglia e ci mortifica, poichè i desideri del nostro Paese, ben più modesti, si limiterebbero alla possibilità di comunicazioni telefoniche almeno fra i nostri centri, e queste comunicazioni sono scarsissime e difficilissime; si limiterebbero alla possibilità di un servizio telefonico urbano esteso a chiunque lo chieda ed esercitato in forma tollerabile, e questo servizio è quello che tutti conosciamo.

Auguriamoci tempi migliori pel Paese in genere e pel Telefono in particolare; e con questo augurio permettetemi di chiudere la nostra amichevole riunione di questa sera.

ATTRAVERSAMENTO DELLO STRETTO DI MESSINA CON CAVI □ □ □ □ □ □

Ing. LUIGI EMANUELI

:: Comunicazione per la XXVI Riunione Annuale in Sicilia ::
:: :: :: :: :: :: :: Ottobre 1921 :: :: :: :: :: :: ::

E' stato da molti anni proposto alla Società Italiana Pirelli di studiare un trasporto di energia elettrica attraverso allo Stretto di Messina. Un primo studio fatto dal compianto Ing. Jona in collaborazione collo scrivente si riferiva al trasporto di 15000 kWA ed era stato preventivato alla tensione di 15000 volt con cavi trifasi in carta impregnata sotto piombo attraverso il tratto più breve dello Stretto.

Per incarico dell'Ing. Vismara il problema fu ripreso in esame qualche anno fa. Nella presente nota riferiamo il risultato degli studi in proposito.

★

Lo stretto di Messina presenta delle gravissime difficoltà sia per la posa del cavo, che per la sua conservazione. In qualche punto si può dire che in determinate ore del giorno lo Stretto si trasforma in torrente. Alcuni cavi posati nello Stretto hanno mostrato dopo alcuni anni delle corrosioni, dovute a sfregamenti con ciottoli e con sabbia, tali che i fili di armatura erano ridotti a monconi appuntiti.

Nel tratto compreso tra Ganzirri e Punta Pezzo (vedi fig. 1), che per la sua brevità sembra il più opportuno, erano stati posati dalla Compagnia Inglese E. T. C. 4 cavi telegrafici che furono dopo pochi anni abbandonati. La stessa Compagnia ha preferito un tracciato più a nord lungo 4 volte, ma più sicuro perchè meno soggetto a correnti.

Infatti lo Stretto tra Ganzirri e Punta Pezzo oltre a piccola larghezza presenta una profondità dell'ordine di solo 100 m; è il vero Stretto attraverso al quale le correnti sono impetuose. Il fondo è di roccia e sassi e dimostra come malgrado la profondità il cavo non possa trovarsi tranquillo.

Il compianto Ing. Jona era molto dubbioso nello scegliere questo punto di attraversamento che pure si presentava tanto adatto per la sua brevità ed aveva pensato di fare un esperimento posando un cavo di acciaio che avrebbe dovuto dopo qualche anno fornire dei dati circa la possibilità meccanica di un attraversamento in quel punto.

L'esperimento per diverse ragioni non fu fatto; si è quindi cercato un tratto più tranquillo per quanto più lungo.

Lo Stretto (vedi fig. 1) è attraversato già in parecchi punti da cavi telegrafici e telefonici e potendosi scartare per le ragioni dette il tratto breve, ma malsicuro, tra Ganzirri e Punta Pezzo, non restano che due soluzioni. Una a nord dei cavi inglesi e l'altra a sud degli ultimi cavi posati dalle Ferrovie dello Stato. La prima via offre molte

garanzie di sicurezza: fondali relativamente bassi; approdi facili; condizioni del mare quasi sempre buone. D'altra parte risulterebbero lunghezze forti di attraversamento, dovute specialmente alla necessità di scegliere un tracciato lontano dai cavi inglesi per evitare in caso di guasto, sia dei cavi telegrafici che dei cavi per trasporto di energia, di disturbarsi vicendevolmente nelle riparazioni.

Non resta quindi che la soluzione di attraversare lo Stretto a sud dei cavi telegrafici telefonici.

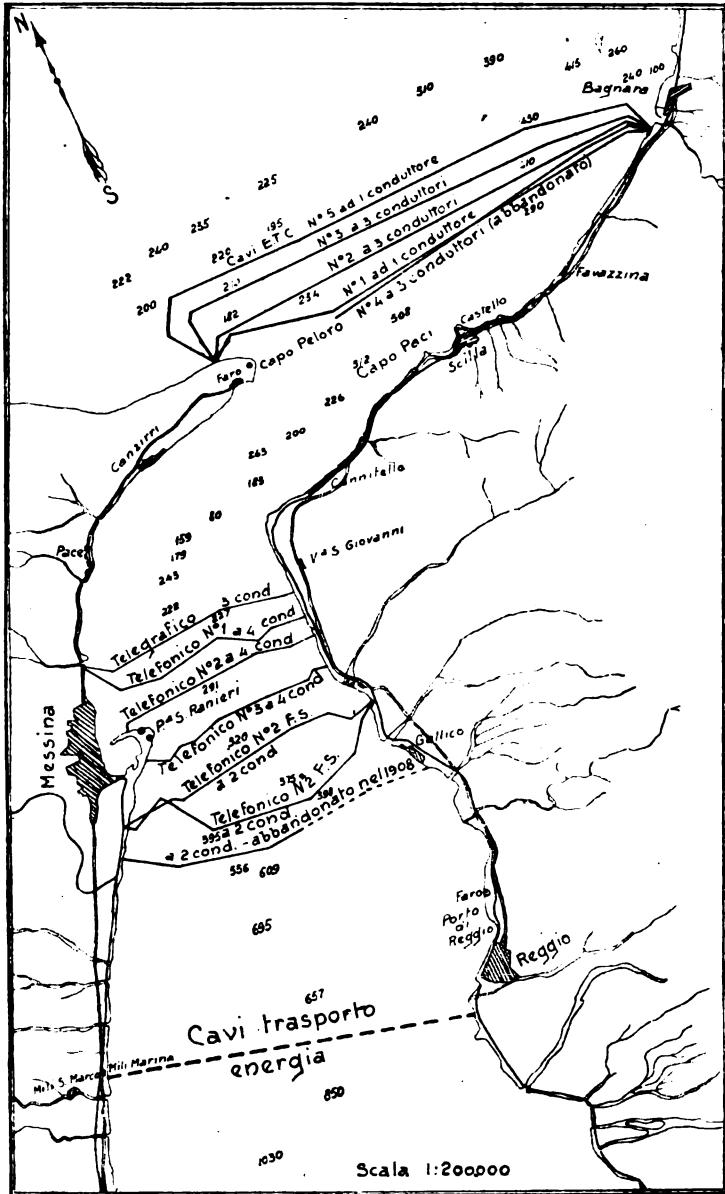



Fig. 1.

Il punto che secondo noi sarebbe più conveniente è tra Punta Calamizza a sud di Reggio e il tratto tra Mili Marina e Galato Marina (vedi fig. 1). In questo punto lo Stretto non presenta correnti troppo forti che possano ostacolare le operazioni di posa. La profondità massima è di circa 800 metri; il che permette la posa di un cavo relativamente pesante.

★

Fissato così il punto più conveniente, non resta che fissare il tipo di cavo. E' da premettere che i continui progressi nella costruzione dei cavi permettono di aumentare la tensione oltre ai 15 000 volt previsti dall'Ing. Jona. Un cavo in carta non presenta purtroppo una soluzione conveniente. La necessità del tubo di piombo porta ad un peso per metro tale da renderne la posa difficile. E' utile notare che esistono molti attraversamenti in cavo in carta impregnata, di fiumi, di bracci di mare, porti, estuari, ma si tratta sempre di profondità piccole (da 20 a 50 metri) e di acque tranquille, tali da permettere, con relativa facilità, la posa e anche l'operazione di giunto tra i diversi pezzi di cavo. Non è questo il caso per lo Stretto di Messina anche nel punto scelto.

Si è quindi dovuto pensare all'uso di un cavo leggero e da costruirsi in un solo pezzo. Si è così obbligati all'impiego di cavi monofasi in gomma. Il cavo in gomma è leggero, flessibile; la sua applicabilità è assicurata dai cavi di questo tipo posati dalla Società Pirelli sotto i laghi di Garda e di Como già da molti anni e funzionanti in modo perfetto con una manutenzione praticamente nulla.

Il tipo di cavo scelto è rappresentato dalla fig. 2 per il tratto di fondo e dalla fig. 3 per il tratto di costa.

In entrambi la corda di rame è completamente imbevuta di miscela a base di guttaperca, per evitare che in caso di guasto l'acqua si

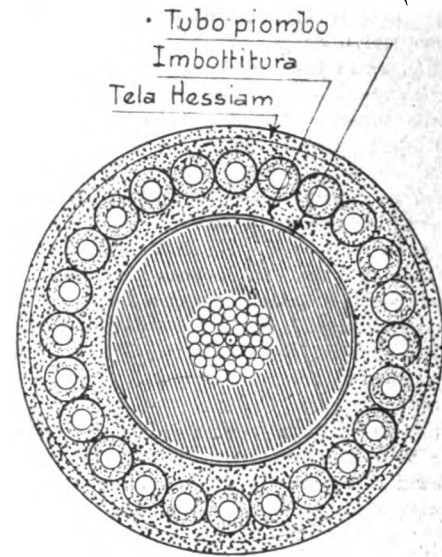



Fig. 2.

infiltri nei vani lasciati tra i diversi fili rendendo difficili i giunti. Sopra il conduttore è avvolto l'isolante composto di gomma vulcanizzata. Nel tipo di fondo è avvolto un nastro di tela e un nastro di ottone sottilissimo che ha lo scopo di impedire che alcuni piccoli animali, quali la teredo, possano danneggiare il cavo. Nel tratto di costa invece è previsto un tubo di piombo sopra la gomma; questo per evitare il deterioramento al quale la gomma può essere sottoposta nel tratto così detto di bagna-asciuga dove il cavo è parte in acqua e parte fuori. La gomma infatti si conserva perfettamente sott'acqua, ma esposta al sole ed agli agenti atmosferici è soggetta a deteriorarsi. Inoltre se la juta

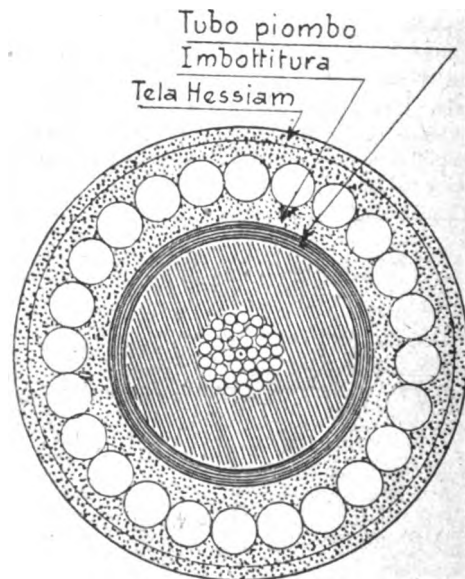



Fig. 3.

che è interposta tra l'anima in gomma e l'armatura, viene ad asciugarsi, cessa di essere un mediocre conduttore per diventare un isolante: la tensione applicata al cavo viene così in parte riportata sulla juta, che non essendo un buon isolante può carbonizzare e condurre alla perforazione del cavo. Per queste due ragioni è stato messo il tubo di piombo che protegge la gomma, sia dal lato meccanico, sia riportando presso la gomma il potenziale della terra.

Sopra l'anima così costruita e protetta vi è la cosidetta imbottitura di juta tannata e sopra questa l'armatura composta di 24 fili di acciaio

ciascuno dei quali fasciato con juta. La ragione della fasciatura dei fili è non solo di ridurre il peso di ferro nel cavo, ma altresì di procurare vantaggi dal lato elettrico. Una fasciatura di tela Hessian completa il cavo.

La tensione massima che noi crediamo si possa oggi usare sopra un cavo di questo tipo è al massimo di 25 000 volt per ogni cavo verso terra, il che porta ad una tensione trifase concatenata di 44 000 volt. Poichè l'energia sarà probabilmente condotta allo Stretto con linee di tensione notevolmente superiore, è necessario pensare ad una trasformazione, probabilmente da entrambi i lati. Crediamo prudente di mettere il centro dei trasformatori a terra per maggiore sicurezza dei cavi.

Il sistema di cavi che proporremmo ha le seguenti caratteristiche:

Due terne di cavi monofasi del tipo descritto più sopra aventi

Sezione di rame	mm²	80
Spessore isolante	»	13
Nastro per la teredo	»	1
Imbottitura di juta	»	3

Armatura di 24 fili di acciaio di mm 2,5 fasciati con juta fino a mm 6,7.

Il cavo da costa ha caretteristiche diverse e cioè:

Sezione di rame	mm²	80
Spessore isolante	mm.	3
Tubo di piombo	»	1,5
Imbottitura	»	3
Armatura	24 fili d'acciaio da mm	6,7

La tensione di esercizio sarebbe di 40 000 volt trifase con centro a terra.

La lunghezza dell'attraversamento è di km 10 ma è necessario prevedere un sufficiente imbando sia per la difficoltà di seguire un tracciato esatto, sia per permettere le riparazioni. Prevediamo che la lunghezza di ciascuna linea risulterà di circa 11 km.

La resistenza ohmica del cavo, tenuto conto delle perdite di energia nel ferro dell'armatura [1] risulta di ohm 2,8; l'induttanza a 50 periodi, sempre tenendo conto dell'armatura, di ohm 8,7.

Con un carico di 16 000 kW con cos φ 0,8 per terna si avrebbe una perdita di energia del 4,35% che si eleva al 5,4% con un carico di 20 000 kW.

La caduta di tensione con cos φ 0,8 è:

del 9,4% con 16 000 kW per terna
dell'11,8% con 20 000 kW per terna.

La capacità elettrostatica dei cavi è di 2 microfarad per ogni cavo verso terra. Le due terne sotto tensione assorbono una corrente di capacità corrispondente a 2000 kVA.

Dal lato tecnico la posa non presenta speciali difficoltà e la riparazione in caso di guasto è pure eseguibile con relativa facilità, come quella dei cavi telegrafici sottomarini.

Diamo qui sotto un dato di costo dei cavi compresa la posa ai prezzi odierni col dollaro a L. 23. Naturalmente questi valori vanno intesi come di massima per un primo studio.

Prezzo di una terna posata	L. 2 500 000
Prezzo di due terne posate	» 4 300 000

Con questo non crediamo di aver dato l'unica soluzione del problema; uno studio accurato delle condizioni alle quali il cavo deve soddisfare in relazione alla linea aerea che porterà l'energia allo Stretto e che la distribuirà dall'altra parte nell'Isola può far variare la soluzione e ancora i continui progressi nella costruzione dei cavi fanno sperare di poter alzare la tensione di esercizio oltre il limite stabilito migliorando la soluzione anche dal lato della perdita di energia e della caduta di tensione.

---

[1] Vedi: Ing. L. EMANUELI - « Considerazioni sui cavi armati ad un conduttore percorsi da correnti alternate » *L'Elettrotecnica*, 5 gennaio 1915.

Errata corrige.

Comunicazione Ing. Claudio Castellani - N. 21 del 25 Luglio, pag. 471.

Nella formula riportata nella undecima e nella ventiduesima riga della prima colonna è stato usato il coefficiente 11,1 anzichè $\frac{21,2}{2}$ come dovevasi.

:: SUNTI E SOMMARI ::

ELETTROFISICA.

M. LA ROSA — **Potere termoelettrico e resistenza del Bismuto nel campo magnetico.** (Nuovo Cimento, serie VI, vol. XVIII, 2° semestre, pag. 26, luglio 1919).

Riassunti e discussi brevemente i risultati delle ricerche anteriori sull'influenza del campo magnetico sopra i fenomeni termoelettrici, e in special modo quelle di Houllevigue, Battelli, Bordoni, ed il tentativo del Grimaldi di trovare una relazione fra l'influenza di cui sopra e quella esercitata da un campo magnetico sopra la resistenza elettrica, l'A. espone il metodo da lui adoperato per studiare il comportamento della f. e. m. di coppie termo-elettriche, comprendenti *Bismuto*, e per seguire le corrispondenti variazioni di resistenza presentate dallo stesso campione di Bi.

Per evitare notevoli complicazioni sperimentali, l'A. ha escluso l'impiego di bagni a temperature diverse per poter mantenere fra le due saldature la voluta differenza costante di temperatura; ed ha fatto ricorso ingegnosamente all'effetto Peltier, assoggettando la coppia Bi-Cu in esame al passaggio, per un certo tempo, di una corrente, e chiudendo poi la coppia su di un galvanometro, subito dopo la interruzione della corrente riscaldante. Le letture avute al galvanometro venivano confrontate con quelle ottenute a campo nullo.

Discusse le particolarità del metodo, le possibili cause di errore e le esperienze di controllo istituite, l'A. espone i risultati definitivi ottenuti sulla coppia Bi-Cu, risultati riassunti nella tabella I, relativi ad una medesima differenza di temperatura fra le due giunture (ottenuta con l'impiego sempre della stessa corrente riscaldante); nella quale tabella la prima colonna (H) contiene i valori di intensità del campo magnetico in cui la coppia si trovava, la seconda (α) le corrispondenti deviazioni del galvanometro nelle circostanze sopra accennate, e la terza ($\Delta P/P_0$) la variazione relativa del potere termoelettrico della coppia, calcolata in funzione delle letture mediante la relazione, che l'A. giustifica:

$$\frac{\alpha_H - \alpha_0}{\alpha_0} = 2\frac{\Delta P}{P_0} + \left(\frac{\Delta P}{P_0}\right)^2$$

TABELLA I.

H	α	$\Delta P/P_0$
0	193,2	—
1000	200	0,015
2100	210,7	0,044
3700	225,5	0,080
5100	241	0,115
6600	250	0,137
9100	257	0,15'
10100	259	0.157

L'errore da cui sono probabilmente affetti i valori di $\Delta P/P_0$ diminuisce col crescere dei valori del campo; l'A. ne stima l'ordine di grandezza pari al 15% per $H = 100$ e pari al 2% per $H = 5000$.

I risultati delle misure (eseguite col metodo del ponte) della resistenza presentata, al variare del campo, dall'elemento *Bi* della coppia sono riassunti nella tabella II, nella quale con R si è appunto indicata la resistenza (ohm).

TABELLA II.

H	R	$\Delta R/R_0$
0	0,641	—
2100	0,661	0,030
3700	0,693	0,082
5100	0,728	0,136
6600	0,774	0,207
9100	0,848	0,322
10100	0,889	0,387

Il confronto degli andamenti di $\Delta P/P_0$ e di $\Delta R/R_0$ in funzione di H dimostra (contrariamente ai risultati trovati dal Grimaldi) che i due fenomeni *non* seguono la stessa legge. Col crescere del campo, il $\Delta P/P_0$ cresce dapprima rapidamente e quasi linearmente (fino a circa $H = 5000$), poi sempre più lentamente. Invece il $\Delta R/R$ cresce dapprima lentamente, mantenendo valori inferiori al $\Delta P/P_0$ ma a partire da campi prossimi alle 4000 unità l'accrescimento diventa piuttosto rapido e quasi lineare.

In altra nota, l'A. si riserva di discutere la relazione che intercede fra i due ordini di fenomeni.

✦

M. LA ROSA — **Un confronto fra la teoria elettronica dei metalli e l'esperienza - La relazione fra potere termoelettrico e resistenza del Bismuto, come funzioni del campo.** (Nuovo Cimento, serie VI, vol. XVIII, 2° tem., pag. 39, luglio 1919).

L'A. si propone di stabilire un confronto fra i risultati sperimentali, da lui già ottenuti (N. C. - luglio 1919 - pag. 26) sull'anda-

mento della resistenza elettrica e del potere termoelettrico del Bismuto in campi magnetici crescenti, e quelli a cui si può giungere applicando e sviluppando le leggi ed i concetti fondamentali della teoria elettronica unitaria dei metalli.

Secondo questa teoria, indicando con e la carica di un jone monovalente, con n il numero dei corpuscoli liberi per cm³ di metallo (concentrazione elettronica), con v la loro velocità media di agitazione, con l il cammino libero medio, con T la temperatura del metallo (assoluta e con α la costante di dilatazione dei gas $\left(\alpha = \frac{1}{273}\right)$ la conducibilità elettrica σ di un metallo è espressa da:

$$\sigma = \frac{e^2 \, . \, n \, . \, v \, . \, l}{4 \, . \, \alpha \, T}$$

Quando il metallo si trova in un campo magnetico, questo *può* influire sopra tre fattori: l, v n.

Il campo magnetico influisce certamente sopra di n, almeno per quei corpi che sotto l'azione del campo presentano un mutamento dell'effetto Volta e dei fenomeni strettamente collegati; perchè, ad es., la espressione della f. e. m. al contatto di due metalli a, b, ha la espressione:

$$V_{a,b} = \frac{2}{3} \, . \, \frac{\alpha \, T}{e} \, . \, \log. \frac{n_a}{n_b}$$

e le sole grandezze che possono variare per azione del campo, spiegando così il mutamento di $V_{a,b}$ sono i due valori di n. Sicchè, se non si vuole rinunziare alla teoria elettronica, bisogna ammettere che n sia funzione di H per almeno uno dei due metalli. Questa correlazione non viene alterata ammettendo la esistenza di più specie di elettroni e, in particolare, la ipotesi *dualistica* (elettroni negativi e positivi) in luogo della unitaria, comunemente accolta.

L'A. dà una idea del meccanismo con cui H può influire sopra di n, applicando alla teoria dei metalli l'ordine di idee sviluppato dal Righi a proposito dei raggi magnetici, giungendo alla previsione che nei corpi paramagnetici la presenza del campo dovrà diminuire il rapporto fra il numero dei *complessi magnetici* presenti nel metallo (formati da uno jone o da un atomo intorno ai quali gira un elettrone, da essi catturato) ed il numero dei grossi centri rimanenti (atomi neutri o joni positivi); sicchè, col crescere del campo dovrà diminuire la suscettibilità magnetica del corpo e crescere la conduttività elettrica, ma il primo effetto dovrà risultare relativamente più cospicuo, in quanto la suscettività dipende dal numero dei complessi magnetici per cm³, che sono i soli sopra i quali il campo agisce, mentre la conduttività dipende dal numero *totale* degli elettroni liberi. Per un corpo diamagnetico, i fenomeni cambieranno segno. Nelle grandi linee, tutto ciò va d'accordo con l'esperienza.

L'A. si propone ora di trovare una relazione fra il numero n dei corpuscoli liberi nel caso del *Bi*, ed il campo, e di farne una verifica sperimentale; e giunge, secondo la teoria elettronica unitaria, alla relazione:

$$n_H = \frac{\sigma \, H}{e} \, \frac{1}{\text{arc sen} \left(\frac{e}{2 \, m \, v} \, l_o \, H\right)}$$

nel secondo membro della quale tutto è noto ad eccezione di H e di σ, il quale, a sua volta, è funzione sperimentalmente nota di H. Sviluppando in serie l'arco seno, e facendo le semplificazioni suggerite dai valori numerici della grandezza in questione, la relazione precedente diventa:

$$n_H = \frac{1}{\rho_H} \, \frac{H \, \alpha \, T}{e^2 \, . \, v \, . \, l_0 \left[1 + \frac{1}{6} \left(\frac{e \, l_0}{2 \, m \, v}\right)^2 . \, H^2\right]}$$

Ora, la teoria elettronica dà la espressione seguente per il potere termoelettrico di due metalli a e b:

$$P_{a,b} = \frac{2}{3} \, . \, \frac{\alpha}{e} \, . \, \log. \frac{n_a}{n_b}$$

Prendendo allora una coppia di due metalli, dei quali uno solo presenti in modo notevole la variazione di resistenza per effetto del campo, si potrà ritenere che tutto il mutamento del potere termoelettrico si debba imputare a questo metallo. Questo è il caso della coppia Bi-Cu, chè la resistenza del rame non varia in modo apprezzabile per effetto di un eventuale campo magnetico; del resto, le esperienze di Bordoni (N. C. - 1911) provanò direttamente che il rame non interviene nella variazione delle proprietà termoelettriche di coppie come Fe-Cu, per effetto del campo. Allora, considerando i metalli nell'ordine Cu-Bi, e sostituendo nella espressione di $P_{a,b}$ il valore di n_b prima trovato, si ottiene:

$$P_H = \frac{2 \, \alpha}{3 \, e} \, . \, \log. \left\{ \frac{n_a \, e^2 \, v \, l_0}{H \, \alpha \, T} \left[1 + \frac{1}{6} \left(\frac{e \, l_0}{2 \, m \, v}\right)^2 H^2\right] \rho_H \right\}$$

La differenza $P_H - P_0$ si può porre sotto la forma:

$$P_H - P_o = a \, . \, \log. \left[\left(1 + b \, H^2\right) \frac{P_H}{P_o} \right]$$

avendo posto

$$a = \frac{2 \, \alpha}{3 \, e} \, ; \quad b = \frac{1}{6} \left(\frac{e \, l_o}{2 \, m \, v}\right)^2$$

Se allora si confronta la differenza $P_H - P_o$ relativa ad un certo valore H del campo, con un'altra differenza analoga $P_H - P_o$ relatvia ad un altro valore H del campo, se ne trae:

$$b = \frac{\frac{\rho_{H1}}{\rho_0} - \left(\frac{\rho_H}{\rho_0}\right)^\eta}{\eta \left(\frac{\rho_H}{\rho_0}\right)^\eta H^2 - \frac{\rho_{H1}}{\rho_0} \, . \, H_1^2}$$

(avendo posto $\eta = \frac{P_{H1} - P_o}{P_H - P_o}$) relazione che si presta bene al confronto con le esperienze, in quanto i precedenti lavori dell'A. dànno i valori di tutte le grandezze che compaiono nel 2° membro per differenti coppie H, H_1; ed il confronto consisterà nel vedere se i valori di b corrispondenti alle varie coppie di valori del campo sono realmente sempre costanti.

La tabella I, che segue, riassume i risultati del confronto. Come campo H_1 si è preso sempre quello $H_1 = 5100$ unità $c.g.s$; invece come altro campo, si è preso successivamente $H = 3150$ (1ª colonna), $H = 4500$, etc. I valori della 2ª e 3ª colonna sono presi dal precedente lavoro dell'A.; la quarta colonna contiene i valori di b calcolati in base alla formola precedente.

TABELLA I.

H	$\Delta P/P_o$	R/R_o	$b . 10^3$
3150	0,068	1,060	2,65
4500	0,100	1,114	2,65
5900	0,127	1,170	2,62
6600	0,137	1,204	2,56
7600	0,146	1,250	2,45
9100	0,154	1,320	2,05
10100	0,157	1,365	1,89

Essendo b una costante, i numeri dell'ultima colonna avrebbero dovuto risultare tutti eguali; ora, il grado di approssimazione con cui i risultati si adattano a questa previsione teorica è ritenuto dall'A. assai soddisfacente e costituisce una delle migliori verifiche che sino ad oggi vanti la teoria elettronica.

Dalla stessa verifica, l'A. deduce un limite inferiore dell'ordine di grandezza del percorso libero medio degli elettroni nei metalli, cioè per l_o che figura nelle varie formole; e precisamente trova, per il Bismuto:

$$l_o > 4 \, . \, 10^{-6}$$

★

O. M. CORBINO — **La teoria elettronica della conduttività dei metalli nel campo magnetico.** (L'Elettricista, 15 novembre 1920, pag. 169).

In una nota pubblicata nel *Nuovo Cimento*, nel 1919 (luglio, pagina 39), il La Rosa eseguì una verifica della ordinaria teoria elettronica unitaria dei metalli, per mezzo del comportamento del Bismuto nel campo magnetico, concludendone che realmente la teoria unitaria risultava confermata.

Ora l'A., che già altre volte ebbe ad osservare che la teoria unitaria non riesce a spiegare quantitativamente molte particolarità dei fenomeni presentati dai metalli, rileva che se partendo dalle stesse cifre del La Rosa si fosse fatta la verifica in un'altro modo, meno indiretto, le conclusioni sarebbero state diverse. Difatti, poichè nella relazione che, secondo la teoria elettronica unitaria, dà il potere termoelettrico di una data coppia:

$$P = \frac{2}{3} \, \frac{\alpha}{e} \, \log. \frac{n_{Cu}}{n_{Bi}}$$

si conoscono α, e, P, dalla relazione si deduce direttamente il valore di $\frac{n_{Cu}}{n_{Bi}}$. Nel caso della coppia Cu - Bi si ha:

$$P = \frac{77 \times 10^{-6}}{300} \, ; \quad \frac{\alpha}{e} = 4{,}27 \times 10^{-7}$$

sicchè, per un campo magnetico nullo deve essere

$$\frac{n_{Cu}}{n_{Bi}} = 2{,}44$$

Ora, il rapporto fra la concentrazione elettronica del Bi, a campo O ed a campo H si può ottenere osservando che dalle espressioni precedenti di P risulta

$$\frac{P_H}{P_o} = \log. \frac{n_{Cu}}{n_{Bi\,(H)}} : \log. \frac{n_{Cu}}{n_{Bi\,(o)}}$$

avendo indicato con $n_{Bi\,(H)}$ e $n_{Bi\,(o)}$ le concentrazioni elettroniche del Bi nei campi H e O. Se ne deduce:

$$\log. \frac{n_{Cu}}{n_{Bi\,(H)}} = 2{,}44 \, \frac{P_H}{P_o}$$

Ora, i rapporti $\frac{P_H}{P}$ possono dedursi dalle esperienze del La Rosa; e dedotti così, per i varî H, i rapporti come $\frac{n_{Cu}}{n_{Bi\,(H)}}$, si potrà calcolare il rapporto:

$$\frac{n_{Bi\,(o)}}{n_{Bi\,(H)}} = \frac{n_{Bi\,(o)}}{n_{Cu}} : \frac{n_{Bi\,(H)}}{n_{Cu}}$$

Ora, se si tracciano, in un diagramma, per diversi valori di H, i valori di $\frac{n_{Bi\,(o)}}{n_{Bi\,(H)}}$ così ottenuti, ed i corrispondenti valori del rapporto fra le conduttività $\frac{\sigma_o}{\sigma_H}$, dedotti ancora dalle esperienze del La Rosa, si dovrebbero trovare due curve coincidenti, in quanto σ è proporzionale ad n, nè gli altri elementi da cui dipende dovrebbero variare sensibilmente in funzione del campo magnetico. Invece, le due curve (fig. 1) sono di andamento affatto diverso, presentando una diversità di carattere più qualitativo che quantitativo.

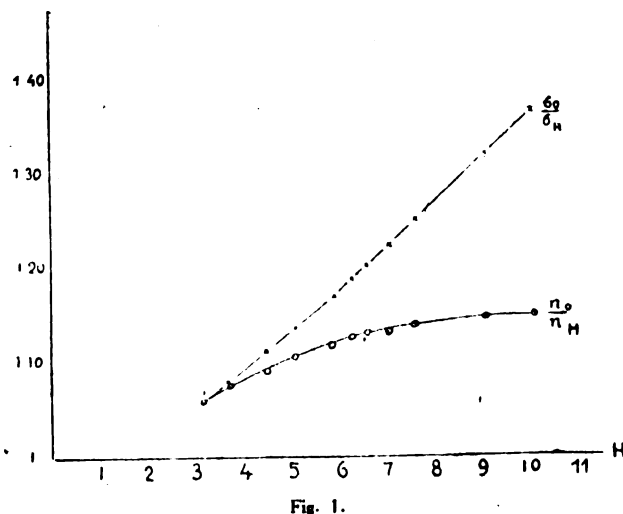



Fig. 1.

L'A. osserva anche che i mutamenti del coeff. di Hall non sono spiegabili con la teoria unitaria; in quanto secondo questa teoria il coefficiente stesso è l'inverso del prodotto $n \cdot e$, essendo n la concentrazione elettronica ed e la carica dell'elettrone. Ne segue che diminuendo n (ad es., col crescere del campo magnetico) dovrebbe crescere il coeff. di Hall; e questo è contrario all'esperienza.

Ancora, poichè l'n relativo al Cu è circa due volte e mezzo quello relativo al Bi, il coeff. di Hall dovrebbe essere nel Bi circa due volte e mezzo maggiore che nel Cu: l'esperienza dimostra, invece, che il rapporto fra i due coefficienti è superiore a 10 000.

In sostanza, la insufficienza della teoria unitaria si rivela sopratutto nello studio dell'influenza dei campi magnetici sopra i fenomeni che accompagnano il passaggio di calore o di correnti elettriche nei metalli. E se degli elettroni positivi *liberi* non si è potuto sino ad oggi dimostrare sperimentalmente la esistenza, essi costituiscono in certi casi un elemento che l'A. ritiene indispensabile per render conto interamente del complesso dei fenomeni che si constatano.

*

O. M. CORBINO — **L'analogo termico dell'effetto Oersted-Ampere e la teoria elettronica dei metalli** (L'Elettricista, 15 dicembre 1920, pag. 185).

Un disco conduttore percorso da una corrente radiale e situato in un campo magnetico ad esso normale, è sollecitato a girare da una coppia costante (Oersted - Ampère). Se esistesse l'analogo termico dell'effetto Oersted, si dovrebbe constatare la tendenza a ruotare anche di un disco percorso da un flusso radiale di calore, situato in un campo magnetico normale al disco. L'A. si propone appunto di discutere la possibilità di un tale effetto in relazione alla teoria elettronica dei metalli.

Un ragionamento di carattere intuitivo fondato sulla teoria elettronica unitaria farebbe prevedere l'esistenza dell'effetto, almeno per certi metalli. Risulta difatti da esperienze anteriori dell'A. che un disco di Bismuto, nelle accennate condizioni diventa sede di correnti elettriche circolari che lo trasformano in una particolare lamina magnetica. Queste correnti elettriche deriverebbero dall'azione deviatrice esercitata dal campo sugli elettroni in moto; e corrispondono, come senso, ad un flusso circolare di elettroni che, movendosi per effetto del gradiente di temperatura dal centro alla periferia, sarebbero trascinati circolarmente dal campo. Sotto l'azione di questo flusso e degli urti impressi dagli elettroni alle molecole del metallo, questi dovrebbe essere trascinato a ruotare nello stesso senso del moto degli elettroni. E' superfluo aggiungere che una tale azione non si manifesta nelle correnti elettriche ordinarie perchè in tal caso si esercitano forze contrapposte sugli elettroni mobili negativi e sopra i centri positivi; e poichè le cariche positive e negative sono eguali, e da esse dipendono le forze, queste nell'insieme del metallo si compenseranno sempre, tanto se i centri positivi sono fissi (teoria elettronica *unitaria*), quanto se sono mobili in parte o in tutto (Drude; teoria *dualistica*). Nel caso, invece, delle correnti circolari create nel bismuto, la forza deviatrice, *ammessa la teoria unitaria*, si eserciterà solo sopra i centri mobili, in quanto solo essi rappresentano una corrente elettrica; quindi il compenso non avverrà più, e il disco dovrà tendere a ruotare. *Accettando invece la teoria dualistica*, la corrente circolare nel bismuto risulterà da due flussi circolari, di senso opposto, di ioni positivi e negativi; le azioni degli urti sulle molecole saranno parte in un senso e parte in senso contrario; e l'A. dimostra che il compenso sarà esatto.

Se ne conclude: 1) che qualunque teoria elettronica che ammetta *una* sola specie di centri mobili e che sia capace di prevedere la formazione della corrente circolare in un disco di bismuto situato normalmente ad un campo magnetico, e percorso da un flusso radiale di calore, deve necessariamente condurre alla esistenza di una forza di trascinamento sul metallo; quindi dovrebbe esistere l'analogo termico dell'effetto Oersted - Ampere.

2) La teoria dualistica, nella forma datale da Drude, che ammette l'esistenza di elettroni mobili negativi e positivi, rende conto della formazione delle accennate correnti circolari, ma esclude l'esistenza di un'azione di trascinamento sul metallo.

L'A. si propone di studiare sperimentalmente la questione; è chiaro che il risultato delle esperienze avrà grande importanza, in quanto costituirà un valido appoggio all'una od all'altra delle due teorie elettroniche.

* *

IDRAULICA.

P. BERGEON — **L'utilizzazione totale delle forze idrauliche per mezzo dell'elettrificazione delle caldaie.** (Rev. Gen. de l'Elect., 23 aprile 1921, pag. 561).

Il problema del carbone costituisce anche per la Francia « uno dei problemi più angosciosi per il presente e per l'avvenire ». Secondo l'Autore circa il 20% del carbone che viene consumato annualmente, è impiegato alla produzione di vapore per uso industriale; l'energia idraulica converrebbe « meravigliosamente » per sostituire il carbone in tale impiego; si verrebbe in tal modo non solo a realizzare una importante economia di carbone ma anche a migliorare sensibilmente il fattore di utilizzazione delle forze idrauliche.

A sostegno di questa tesi l'Autore svolge le considerazioni che qui riassumiamo.

La produzione di vapore col riscaldamento a mezzo di carbone si compie in caldaie, il rendimento medio delle quali si può ritenere del 75% circa, se si tratta di grandi centrali a vapore moderne; mentre il rendimento medio delle comuni caldaie destinate al riscaldamento viene dall'Autore fissato al 60%.

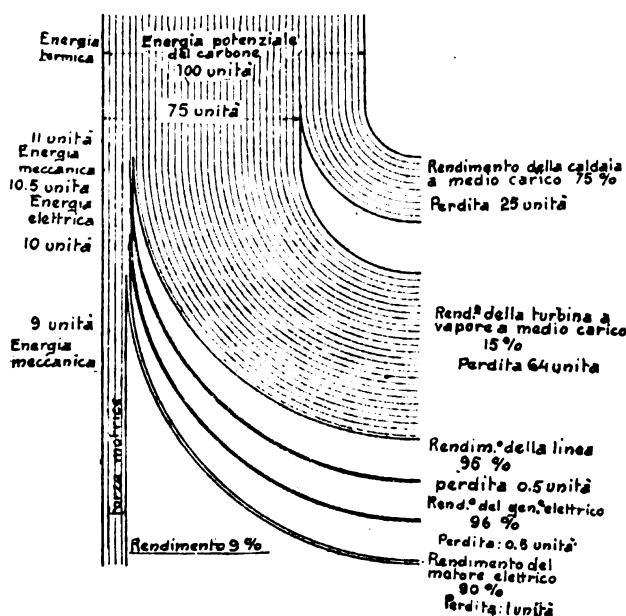



Fig. 1.'

Contro questi dati sta il rendimento della caldaia elettrica che si può ritenere almeno del 95%.

La produzione di forza motrice a mezzo del vapore si compie nelle migliori condizioni possibili con le grandi turbine a vapore il cui rendimento medio è del 15%.

Al contrario le turbine idrauliche moderne raggiungono un rendimento dell'82% dell'energia meccanica dell'acqua.

Dal confronto dei diagrammi risultano le seguenti conseguenze principali.

Per la produzione della forza motrice da distribuire, l'utilizzazione è sette volte migliore coll'energia idraulica che con quella del carbone (62,5 in confronto a 9).

Sarebbe un errore produrre calore per mezzo di energia elettrica prodotta con macchine a vapore; si otterrebbe una utilizzazione complessiva inferiore al 10%.

L'energia idroelettrica è meglio utilizzata nella produzione di vapore che in quella di forza motrice (utilizzazione del 66% in confronto al 60%).

In appoggio a queste considerazioni di indole teorica, l'Autore ne porta altre d'indole pratica. Egli prevede in un futuro prossimo un

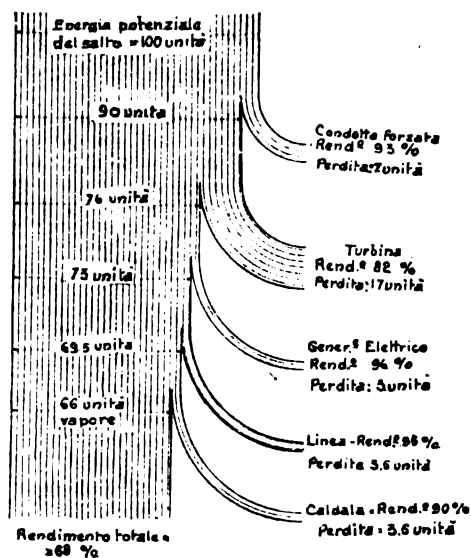



Fig. 2.

forte abbassamento nel prezzo dell'energia prodotta coi combustibili fossili, dipendentemente da una più razionale utilizzazione di questi mediante il loro impiego sotto forma gasosa previa estrazione di tutti i prodotti chimici utilizzabili.

In tal caso l'energia prodotta col carbone verrebbe a costare meno di quella idraulica la quale non può sperare di migliorare ulteriormente il proprio coefficiente di utilizzazione.

Quando ciò si verificasse è evidente che soltanto quegli impianti idraulici che fossero completamente ammortizzati potrebbero sostenere la concorrenza del carbone; mentre non sarebbe più possibile economicamente la creazione di nuovi impianti idraulici.

Secondo l'Autore quindi è importante di poter costruire nel più breve tempo possibile la massima quantità di impianti idraulici onde non correre il rischio che la ingente ricchezza che essi rappresentano si trovi un giorno perduta perchè non sia più economicamente realizzabile. La estensione degli impianti di caldaie elettriche può essere

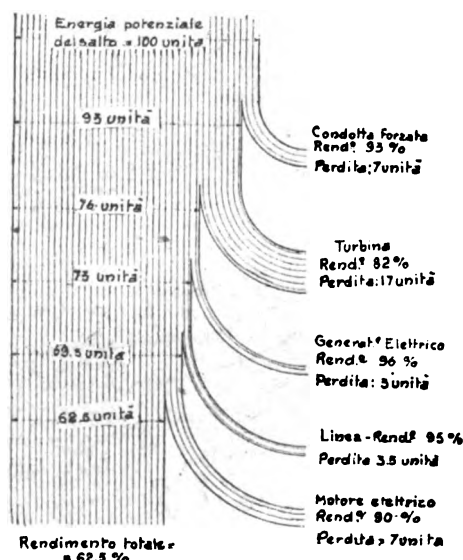



Fig. 3.

di efficace aiuto nel rendere possibile tale immediata costruzione d'impianti idraulici.

Dal punto di vista tecnico l'Autore ritiene che il problema della caldaia elettrica sia ormai risoluto. Egli cita a questo proposito gli impianti fatti nella Svizzera e in Italia «dove numerose caldaie a vapore sono in servizio con grande soddisfazione degli industriali che le impiegano».

In un impianto francese, nella Cartiera Fredet e Brignoud (Isère) due caldaie da 5000 HP ciascuno azionate da corrente trifase a 6500 V hanno consumato nel 1920 ben 15 000 000 kWh utilizzando acque di piena e realizzando un risparmio di combustibile di 4000 tonnellate. Le due caldaie hanno funzionato sia da sole, sia in parallelo con caldaie ordinarie, adattandosi perfettamente a tutte le variazioni di carico.

La soluzione tecnica del problema sarà perfetta quando si potranno installare i grandi accumulatori elettrici del calore la cui «messa a punto non è più che questione di tempo» secondo l'Autore.

La questione è considerata favorevolmente anche dal punto di vista economico.

Partendo da una equivalenza fra 4,5 kWh consumati in una caldaia a vapore con 1 kg di carbone da 7500 calorie in una caldaia ordinaria e da un prezzo di 100 franchi la tonnellata di carbone nella sala caldaie, l'energia idroelettrica equivalente può essere pagata 0,0225 franchi al kWh. Tenendo conto dell'elasticità maggiore della caldaia elettrica, della possibilità di alimentarla ad alta tensione (fino a 10 000 V), della prontezza dell'entrata in pressione e dell'arresto ecc., si può ritenere un prezzo di confronto di 0,03 franchi. E' facile dedurne il prezzo di confronto per ogni altro prezzo base del carbone.

Secondo l'Autore le centrali idroelettriche già esistenti avrebbero tutto l'interesse a cedere l'energia a un prezzo anche inferiore a quello indicato allo scopo di favorire la diffusione degli impianti di caldaie elettriche che dovrebbero assorbire i così detti cascami di energia della centrale, sia nelle ore notturne. sia nella stagione delle piene.

Per le centrali che si dovrebbero costruire nuove, la questione in esame è specialmente importante nei riguardi di quegli impianti che non possono utilizzare una portata costante per tutto l'anno e che si trovano ad avere durante certe stagioni una potenza disponibile assai superiore a quella di altre stagioni. Poche sono le industrie di stagione, atte ad assorbire tali energie non permanenti. Nello sviluppo intenso della elettrificazione delle caldaie si troverebbe il mezzo per l'utilizzazione di tali portate di stagione, e anche degli eccessi di portata giornalieri.

L'autore calcola che con un prezzo di favore della energia di 0,015 franchi per kWh, l'impianto delle caldaie a vapore sarebbe ammortizzabile in 2000 ore ossia circa in un anno.

R. S. N.

* *

IMPIANTI.

A. PAWLOWSKI — **La centrale di l'Isle-Jourdain e le forze motrici della Vienne.** (Journal des Forces hydrauliques, ottobre 1920).

Le regioni situate all'ovest della Francia non possedevano fino ad ora, alcuna stazione idroelettrica importante. La società delle forze motrici della Vienne sta mettendo ora in esecuzione un programma tale da soddisfare ai bisogni delle regioni particolarmente agricole e ricche del Poitou, della Saintonge e dell'Aunis.

Questa società, ha infatti prevista l'utilizzazione della Vienne, dal ponte d'Availles alla punta dell'isola di Chardes (1700 m a valle di l'Isle-Jourdain).

Su questo percorso verranno utilizzati tre salti: quelli di Joussaud, di l'Isle Jourdain e di Chardes, i quali permetteranno di utilizzare rispettivamente potenze di 6600, 6600 e 4400 kW.

Il doppio sbarramento di l'Isle-Jourdain e di Joussaud permetterà di formare due bacini aventi da 95 a 100 ettari di superficie.

L'impianto di l'Isle-Jourdain potrà funzionare per il principio del 1921.

Lo sbarramento è praticato a 300 m a monte del ponte di l'Isle-Jourdain, sul ramo destro della Vienne, giacchè questa forma appunto due rami, separati da una piccola isola, come indica il nome.

La diga misura 207 m in cresta, da 10 a 14 m di altezza media e due m di larghezza in sommità. La centrale è situata sulla diga stessa.

Per lo scarico delle piene sono state previste delle paratoie di fondo che potranno scaricare al bisogno 600 m³ d'acqua per secondo, e faciliteranno lo scarico delle sabbie e dei sabbioni che potrebbero eventualmente ammassarsi contro la diga, mentre altre paratoie automatiche, di 14 m di larghezza su 2.10 m di altezza, permetteranno lo scarico di 330 m³/s.

Verrà in tal modo realizzata una erogazione d'acqua la cui portata, pari a più di 900 m³/s., corrisponde alle piene più anormali della Vienne. La centrale comporterà 3 gruppi da 1700 kW. E' stata prevista anche l'installazione di un quarto gruppo. Ciascuno d'essi sarà costituito da una turbina Francis ad asse verticale, con velocità di 167 giri e utilizzante una portata di 20 m³/s., sotto una caduta di 11 m. Queste turbine verranno accoppiate ad alternatori trifasi di 1800 kWA, ad asse verticale, alla tensione di 500 V e alla frequenza di 50 p./s.

La tensione sarà in seguito elevata a 60 000 V a mezzo di tre trasformatori monofasi di 2000 kWA ciascuno, allo scopo di alimentare due linee a 60 000 V collegando la centrale col posto di Tonnay-Charente, presso Rochefort, da una parte nel centro stesso della rete di consumo, e dall'altra a Poitiers.

L'energia verrà in seguito distribuita a Niort, La Rochelle, Rochefort, Saintes, Poitiers e in Vandea, come indica la cartina della fig. 1.

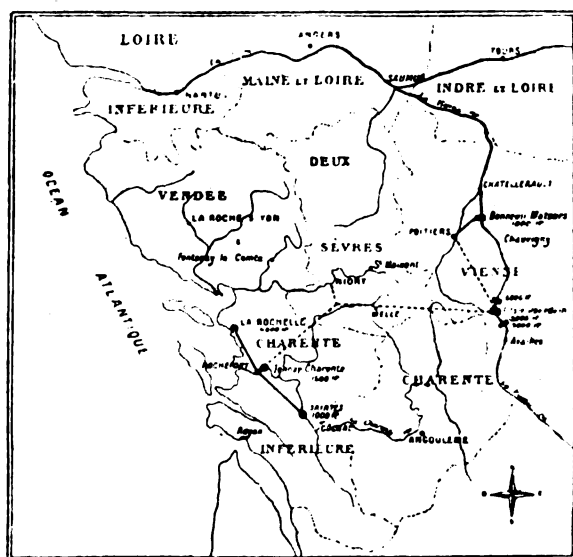



Fig. 1. — Carta rappresentante le regioni dipendenti dalle nuove centrali idroelettriche di l'Isle-Jourdain, Joussaud e Chordes.

I lavori di utilizzazione del secondo salto, detto di Chardes, sono già stati iniziati. Esso comporterà uno sbarramento di 270 m di lunghezza e la potenza disponibile sarà, come è stato detto, di 4400 kW.

(a. r.)

* *

MATERIALI.

Ricerche sperimentali sui materiali isolanti. (Engineering 22 aprile 1921 pag. 482).

Una delle industrie fondamentali da cui dipende l'industria elettrotecnica è quella dei materiali isolanti che soddisfino ai varii requisiti dei differenti tipi di apparecchi e di impianti elettrici. Tenendo presenti le difficoltà derivanti durante la guerra dalla diminuita importazione di questi materiali dall'estero, la ditta Vickers ha recentemente organizzato un comitato tecnico incaricato delle ricerche sperimentali sui materiali isolanti.

Tela verniciata [1] — Il primo lavoro intrapreso da questo Comitato si riferisce alla tela verniciata, largamente impiegata come isolante di una grandissima varietà di applicazioni. Fra i speciali requisiti di questa tela vi è un'elevata rigidità dielettrica. Un valore comunemente specificato per questa rigidità è quello di circa 40 000 volt per millimetro. La tela deve inoltre avere uno spessore quasi perfettamente uniforme, con una tolleranza non maggiore di mm 0,005.

La tela verniciata deve essere anche permanentemente flessibile, in modo da poter essere facilmente maneggiata ed impiegata per isolare per es. gli avvolgimenti dei trasformatori, senza che lo strato superficiale di vernice si screpoli, e al tempo stesso avere una resistenza alla trazione tale che si possa impiegarla sotto forma di nastro senza che si strappi o che si danneggi lo strato di vernice. Le proprietà elettriche e meccaniche non devono peggiorare nelle condizioni di temperatura corrispondenti al funzionamento delle macchine di cui fa parte. Deve essere infine soddisfatta la condizione fondamentale che l'articolo finito possa essere prodotto e venduto ad un prezzo tale da vincere la concorrenza straniera.

Per soddisfare i requisiti sopra specificati occorre una accurata scelta dei tessuti impiegati per i differenti spessori. Per spessori di mm 0,13 o meno, tenendo conto del prezzo dell'articolo finito, risultò conveniente una finissima tela di tipo batista, esente da qualunque imperfezione o difetto di fabbricazione che possa dare nel prodotto ultimato punti di spessore minore o maggiore del normale. La tela viene lavata e liberata da qualsiasi impurità o sostanza che può essere impiegata nella sua fabbricazione, e viene quindi apparecchiata in modo da coprire completamente la trama, dopo di che viene passata alla calandra fra cilindri riscaldati per rendere le due faccie liscie e lucide e spianare tutte le leggere irregolarità che ancora rimanessero.

Lo scopo di questo trattamento della tela è che all'atto della verniciatura si formi subito su ciascuna faccia uno strato di vernice di spessore praticamente uniforme e perfettamente continuo. Da ciò dipende in gran parte il buon risultato delle operazioni successive, e se il primo trattamento è difettoso, la vernice impregna la tela e si ottiene un materiale molto irregolare di basso valore isolante.

Numerosi esperimenti furono fatti per determinare la qualità di olio ossidante, di gomma e di essiccante atta a dare il miglior risultato nell'articolo ultimato dal punto di vista elettrico, e per renderlo esente da ogni vischiosità e atto a conservare la sua flessibilità e il suo potere isolante. Risultò che una elevata percentuale di gomma, mentre aumenta la rigidità dielettrica è molto dannosa per la flessibilità della vernice, in modo che, mentre aggiungendo 5 per cento di gomma si potè facilmente aumentare di 1000 volt la rigidità di una tela di mm 0,18, la tela ultimata non potè essere impiegata in officina senza un forte scarto perchè si strappava durante la messa in opera. D'altra parte impiegando una percentuale di gomma troppo bassa, il valore isolante della vernice era molto piccolo.

Si adottò in definitiva una percentuale tale da assicurare una rigidità di circa 40 000 volt per mm di spessore e dare al tempo stesso la necessaria flessibilità.

Anche la proporzione dell'essiccante è risultata molto importante. Con una piccola percentuale, l'essiccamento nel forno diventa molto lento e la tela può diventare cedevole. D'altra parte con una grande percentuale di essiccante si può ottenere in un tempo relativamente breve un risultato temporaneamente soddisfacente, ma la tela è esposta ad un eccesso di ossidazione dopo il trattamento e in definitiva diventa fragile e perde il suo valore isolante mentre sta in magazzino o è in servizio in macchine elettriche.

Oltre questi due punti fondamentali si dovette prendere in considerazione il rapporto fra i prezzi della gomma, degli essiccanti e delle varie qualità di olio, sia dell'ordinario olio di lino cotto che di olii polimerizzati, e determinare tanto la giusta proporzione di ciascuno, quanto la qualità e il tipo per ottenere il miglior risultato.

Uno speciale requisito della tela è che essa deve non solo avere una elevata rigidità dielettrica alla temperatura ordinaria di circa 20° C., ma deve conservarla a temperature paragonabili con quelle che si possono avere nelle macchine elettriche, ossia a 70 — 80° C. Alcuni risultati circa la diminuzione della rigidità dielettrica con l'aumento di temperatura risultano dalla tabella seguente.

EFFETTO DELLA TEMPERATURA SULLA RIGIDITÀ DIELETTRICA.

Tela verniciata	Rigidità dielettrica a 20° C.	Rigidità dielettrica a 70° C.
	volt	volt
gialla di mm. 0,18	8,770	8,020
» » » 0,08	5,190	5,070
nera » » 0,20	11,340	10,420
» » » 0,25	13,180	12,150
seta » » 0,15	8,180	7,840

La tela verniciata per isolamento è impiegata in spessori variabili da mm 0,08 a mm 0,50, ma il tessuto di cotone ha per sè stesso un basso valore isolante e serve soltanto come supporto per gli strati di vernice ossidata e indurita.

Dal punto di vista della produzione economica, si impiegano tessuti di vario spessore per fabbricare tele isolanti dei varii spessori, quantunque una tela sottile con sei o sette mani di vernice possa dare una tela isolante di mm 0,38 di rigidità dielettrica straordinariamente elevata. La spesa di mano d'opera sarebbe però proibitiva ed è perciò necessario impiegare tela più grossa con un minor numero di mani di vernice. Occorre proporzionare lo spessore della tela a quello degli strati di vernice in modo da ottenere col materiale finito una rigidità di circa 40 000 volt per millimetro.

Un altro punto che presenta speciali difficoltà è quello della resistenza alla trazione. La tela isolante deve potersi maneggiare facilmente in officina senza strapparsi, e la facilità con cui la tela verniciata si strappa può dipendere da due cause, che possono agire contemporaneamente. Se si è impiegata una vernice non adatta, le fibre di cotone risulteranno indebolite per l'azione di acidi organici prodotti durante l'essiccazione della vernice. Lo stesso effetto deteriorante può derivare da un essiccamento prolungato. Indipendentemente da ciò la tela verniciata può strapparsi facilmente per l'irrigidimento prodotto dagli strati di vernice, e si è trovato che questo difetto dipende da un'eccessiva percentuale di gomma nella vernice; in altri termini, se non si ottiene nella tela ultimata il voluto grado di flessibilità, essa si strapperà durante la messa in opera soltanto per la sua durezza. L'effetto dannoso degli acidi grassi prodotti dalla ossidazione dello strato di vernice può ridursi al minimo soltanto con un'accurata regolazione della temperatura di essiccazione; se essa è troppo elevata, tende a formarsi alla superficie della vernice uno strato ossidato duro, col risultato che la vernice imprigionata sotto di esso subisce gradualmente in magazzino un'ulteriore ossidazione (per la quale l'ossigeno occorrente è fornito dalla decomposizione dei perossidi instabili formati durante l'essiccamento), e poichè gli acidi grassi non possono sfuggire attraverso lo strato superficiale indurito della vernice ossidata, essi danneggiano fortemente le fibre di cotone.

Da quanto precede risulta un altro punto di capitale importanza nella fabbricazione delle tele isolanti, e cioè la durata della qualità. Deriva infatti da ciò che si è detto che è possibile produrre una tela di buona qualità isolante, la quale a causa di ulteriore ossidazione perda gradatamente la resistenza alla trazione. In molti casi si può anche

[1] Vedasi fra l'altro, questo giornale 1914, pagg. 212, 234 e 260.

avere una superossidazione dello strato di vernice, col risultato che lo strato essiccatosi per primo diventa vischioso e rende molto difficile lo svolgimento del rotolo. Si è trovato che questo strato vischioso è sempre accompagnato da basso valore isolante. Per evitare, per quanto possibile, l'ulteriore ossidazione, i rotoli di tela isolante vengono sempre sigillati con paraffina alle estremità e sugli orli; però con questo non si impedisce l'ulteriore ossidazione, se questa non è stata portata al grado necessario durante l'essiccamento.

Una gran parte della tela isolante è impiegata sotto forma di nastro sugli avvolgimenti, e poichè questi hanno spesso tale forma da non permettere l'impiego di un nastro tagliato nel senso della trama, la maggior parte del nastro isolante è tagliato per diagonale, ossia sotto un angolo, in generale di 45 gradi, coi fili del tessuto. In queste condizioni è evidente che la massima parte degli sforzi di trazione a cui è soggetto il nastro deve essere sostenuta dallo strato di vernice, poichè non vi sono fili nel senso di detti sforzi. Fino a che lo strato di vernice ha una resistenza meccanica sufficiente per resistere alla trazione, la rigidità dielettrica della tela rimane praticamente invariata. Quando però lo sforzo sulla vernice si avvicina al limite elastico dello strato di vernice, questo si allunga rapidamente e la rigidità dielettrica del nastro verniciato si abbassa rapidamente, fino a che lo strato di vernice si rompe e la rigidità dielettrica si riduce al valore corrispondente alla tela non verniciata. E' questa la ragione per cui molti campioni, mentre hanno un'ottima rigidità dielettrica quando sono provati in condizioni ordinarie, risultano pessimi provati sotto tensione.

Nella tabella seguente sono riportate le cifre ottenute per alcuni campioni.

EFFETTO DELLA TENSIONE SULLA RIGIDITÀ DIELETTRICA DEL NASTRO DIAGONALE.

Tela verniciata	Rigidità dielettrica a 20° C. senza tensione	con tensione di 1 Kg. per cm. di larghezza del nastro
	volt	volt
gialla di mm. 0,18	8,770	7,800
» » » 0,13	6,370	4,600
» » » 0,08	5,190	3,510
nera » » 0,20	11,340	10,670
» » » 0,25	13,180	12,360

E' quindi probabile che molte delle perforazioni che avvengono nei motori e nei trasformatori dipendano dall'aver richiesto eccessiva flessibilità ed elasticità nei nastri tagliati in diagonale, mentre è chiaro che in tali nastri lo strato di vernice, se deve resistere alle tensioni meccaniche, non può essere contemporaneamente molto flessibile.

Seta verniciata. — Dove lo spazio disponibile per l'isolamento è molto limitato, si usa generalmente seta verniciata in luogo di cotone verniciato poichè, per effetto del potere isolante della seta per sè stessa, una seta verniciata ha un valore isolante molto più elevato di un cotone verniciato dello stesso spessore. Nel caso della seta non è necessaria l'apparecchiatura che ha tanta importanza per il cotone; si vernicia la seta lavata e si ottiene direttamente uno strato molto liscio e uniforme. Grazie alla elasticità naturale della seta, non è necessario usare nastro di seta diagonale; e questa è una fortuna perchè, appunto a causa dell'elasticità, la produzione di nastro di seta diagonale è di grandissima difficoltà tecnica.

Dopo molte esperienze circa i varii punti sopra specificati, si è riusciti a produrre tessuti isolanti dotati della elevata rigidità dielettrica occorrente, con piccola variazione al variare della temperatura, di grande resistenza alla trazione, e capaci di mantenere la loro qualità per un tempo indefinito.

Nastro adesivo. — Fra gli altri prodotti isolanti di cui il comitato si è occupato vi è il nastro adesivo. I principali requisiti per questo nastro sono le buone proprietà adesive, che non si perdono con l'asciugamento in magazzino, e l'essere non igroscopici e non corrosivi rispetto ai metalli nudi. La rigidità dielettrica non è generalmente molto alta e il tessuto impiegato come base deve essere tale da resistere ad elevati sforzi di trazione. Inoltre la gomma deve aderire fortemente al tessuto in modo da non staccarsi nell'uso.

Dopo molti esperimenti si poterono soddisfare questi requisiti, come risulta dalle cifre seguenti:

1 — Spessore: da 0,4 a 0,5 mm.

2 — Resistenza meccanica. Carico di rottura Kg. 8,5 per centimetro di larghezza.

3 — Rigidità dielettrica - Volt 1300 in media.

4 — Proprietà adesive:

a) nastro nuovo: mm 76 al minuto.

b) nastro invecchiato: mm 19 al minuto.

Si produce poi buon nastro elettrico adesivo nei colori bianco, bleu, giallo, rosso e verde per l'impiego nei motori polifasi o dove è necessario identificare o distinguere i conduttori. La rigidità dielettrica si prova avvolgendo il nastro in uno strato con ricoprimento per metà larghezza sopra una sbarra metallica di mm 12,7 di diametro, con tensione sufficiente per avere una buona aderenza uniforme. Il voltaggio di prova si applica per un minuto fra la sbarra metallica e un pezzo di stagnola applicato sopra lo strato di nastro. La prova di adesione si fa avvolgendo il nastro con una tensione di Kg 1,785 per centimetro di larghezza sopra una sbarra di ottone di mm 6,3 di diametro, e determinando la velocità di svolgimento del materiale con la tensione di Kg 0,357 per centimetro di larghezza. Per il nastro invecchiato a 110° C. si impiega la tensione di Kg 0,178 per centimetro di larghezza.

Carta verniciata. — Nella industria elettrotecnica la carta verniciata per scopo di isolamento è di tre tipi:

A) - *Carta oliata* — E' un prodotto simile alla tela verniciata, per ciò che riguarda la vernice impiegata, salvo naturalmente che la carta sostituisce il tessuto di cotone. La carta oliata di questo tipo si impiega dove lo spazio per l'isolamento è limitato, e dove si cerca l'economia piuttosto che la resistenza meccanica.

B) - *Carta verniciata con gommalacca.* — E' impiegata principalmente per costituire lastre o cilindri composti. La carta viene impregnata con la vernice, e nel caso di lastre è tagliata in fogli delle dimensioni volute, che vengono sovrapposti e pressati in una pressa idraulica con riscaldamento a vapore. Ne risulta una lastra solida, impermeabile e non flessibile che possiede proprietà elettriche abbastanza elevate ed è resistente all'olio e all'umidità. Se occorre formare dei cilindri, si avvolge la carta verniciata attorno ad un'anima riscaldata, con pressione e tensione considerevoli.

C) - *Carta impregnata con gomma sintetica* — Dove la lastra o il tubo composto deve, oltre che avere le proprietà elettriche, resistere a sforzi od urti improvvisi, come nella costruzione dei trasformatori, l'impiego di gomma sintetica è preferibile a quello della gommalacca.

La gomma sintetica presenta inoltre il vantaggio che la lastra può resistere senza inconvenienti a temperature fino a 200° C. ed oltre.

Il metodo di preparazione negli ultimi due casi è identico, tranne che nell'ultimo caso si impiega, per impregnare il prodotto, una gomma sintetica, generalmente sotto forma di prodotto di condensazione di fenol-formaldeide, in luogo della gommalacca. Quando le lastre sono state pressate, o i cilindri avvolti, vengono sottoposte ai processi di cottura per completare la condensazione della gomma e renderla insolubile negli alcool e negli olii, ed anche per aumentare la resistenza meccanica del materiale aumentandone la durezza.

Le cifre seguenti circa le proprietà elettriche e meccaniche si riferiscono a fogli preparati in base ai risultati delle ricerche del comitato:

Vernice	Voltaggio di perforazione kV.	Carico al limite di elasticità Kg. per mmq.	Carico di rottura Kg. per mmq.
Gommalacca	oltre 25	5,9	12,1
Gomma sintetica	» 24	4,3	12,3

La scelta della carta adatta per la fabbricazione di carta isolante di ciascuno dei tre tipi ora descritti, è questione di capitale importanza. Evidentemente è necessaria l'assenza di acidi. Molto importante è anche l'apparecchiatura della carta, e questa deve inoltre avere non solo la necessaria resistenza alla trazione, ma anche una elevata resistenza allo strappamento. La carta verniciata per formare le lastre deve essere praticamente impermeabile ai gas, e l'impermeabilità è un buon indice della sua qualità.

Il lavoro del comitato ha messo in evidenza la necessità di un altissimo grado di controllo scientifico nella fabbricazione dei prodotti isolanti, e con la tendenza sempre maggiore verso voltaggi più elevati e verso unità più potenti, diventerà sempre più necessario un grado di sicurezza anche maggiore. La fabbricazione dei prodotti isolanti, i quali sono senza dubbio il punto più debole di qualunque apparecchio elettrico, richiede un sicuro e competente controllo in tutte le singole successive operazioni.

E. C.

* *

MISURE: METODI ED ISTRUMENTI.

J. LABOURET — **Analisi armonica di tensioni alternate mediante una commutatrice** (R. G. E., 12 marzo 1921, vol. IX, n. 11, pagina 360).

Il principio del metodo di misura è assai semplice: esso considera una convertitrice monofase non eccitata, a cui si applica sugli anelli di corrente alternata la tensione da analizzare. Così la fondamentale come le armoniche producono flussi alternativi proporzionali al rapporto fra la loro ampiezza e la loro frequenza, e ciascuno di questi flussi può considerarsi, secondo il ben noto artificio, come costituito da due flussi rotanti in senso opposto con velocità angolare pari alla corrispondente pulsazione. Se ora si fa ruotare la convertitrice al sincronismo rispetto alla fondamentale, uno dei due flussi rotanti di pulsazione ω resterà fisso nello spazio e, spostando convenientemente le spazzole di corrente continua sul relativo collettore, si potrà leggere su un voltometro a corrente continua una tensione proporzionale al flusso medesimo e alla pulsazione ω. Portando invece la convertitrice al sincronismo rispetto alla pulsazione ω_2 si leggerà un'altra tensione proporzionale a $\Phi_2\ \omega_2$, ossia all'ampiezza della seconda armonica e così via.

Se la convertitrice ha uno statore, sia pure non eccitato, le misure possono essere falsate dal magnetismo residuo che dà per conto suo una deviazione al voltometro di corrente continua. Perciò è preferibile non operare in funzionamento rigorosamente sincrono, ma comandare la convertitrice con un motore a velocità variabile. Regolando quest'ultima in prossimità delle singole velocità di sincronismo ω, ω_2 ω_3 , ecc. si vede il voltometro oscillare lentamente ai due lati dello zero (che deve essere al centro) e la (semi) ampiezza di questa elongazione dà la misura proporzionale dell'ampiezza della corrispondente armonica, laddove il magnetismo residuo non ha altro effetto, che di rendere le oscillazioni dell'indice non simmetriche rispetto allo zero. Naturalmente il voltometro deve essere assai robusto e poter reggere alle forti tensioni alternative che risultano ad esso applicate, quando si fa la misura dell'ampiezza delle armoniche. Deve anche avere diverse sensibilità, perchè l'ampiezza delle armoniche e quindi anche la tensione da misurare in corrispondenza di esse sono di solito assai minori che l'ampiezza della fondamentale e della sua tensione raddrizzata.

Gli inconvenienti dovuti al magnetismo residuo dello statore si possono eliminare sopprimendo quest'ultimo e facendo l'avvolgimento del

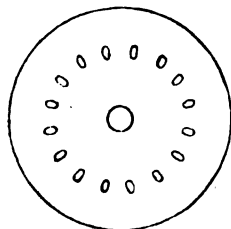



Fig. 1.

rotore non più alla periferia, ma entro scanalature chiuse, disposte su un cilindro mediano (fig. 1), allo scopo di permettere ai flussi di chiudersi completamente nel ferro.

Se oltre all'ampiezza si vuol determinare la fase relativa delle singole armoniche, bisogna ricorrere al funzionamento sincrono su ciascuna velocità con punti di riferimento ben definiti rispetto alla fondamentale (per esempio comandando la convertitrice sempre con il medesimo motore sincrono, ma con successivi e diversi ingranaggi moltiplicatori di velocità). Dalla posizione che si deve dare alle spazzole per ottenere il massimo di deviazione si può ricavare la fase dell'armonica corrispondente. Il principio può applicarsi anche al caso delle correnti polifasi, ma la utilizzazione riesce sensibilmente più complicata per effetto dei « fattori di avvolgimento » e del vario senso di rotazione dei campi risultanti dall'azione delle armoniche.

Il metodo non sembra adatto al rilievo di armoniche di ordine elevato sia per le forti tensioni alternative prodotte al collettore dalla fondamentale, sia per le eccessive velocità che si debbono imprimere alla commutatrice. Infatti l'esempio sperimentale che l'A. riporta si estende solo fino alla 7ª armonica e pur tuttavia è riferito a una frequenza fondamentale di soli 10 periodi.

* *

MOTORI (Norme).

FRANCIS B. CROCKER — **Norme per i motori elettrici.** (Electrical World 30 aprile 1921, pag. 977).

L'autore si occupa specialmente del limite di temperatura ammissibili nei motori elettrici, prendendo in considerazione la diversità di opinione esistente fra l'A. I. E. E. le cui attuali « Norme » ammettono un riscaldamento di 50° mentre la maggior parte delle Case americane si limita ad ammettere un riscaldamento di 40° allo scopo di aumentare il margine di sicurezza di funzionamento.

Le vecchie Norme dell'A. I. E. E. del 1899 ammettevano un riscaldamento di 50° al di sopra di una temperatura ambiente di 25°. Le Norme attualmente in vigore permettono invece una sopraelevazione di temperatura di 50° partendo da un ambiente a 40°, vale a dire ammettono una temperatura massima totale di 90°.

Prima del 1916 le Norme dell'A. I. E. E. raccomandavano pei generatori e motori elettrici la possibilità di sopportare un sovraccarico del 25% per due ore senza che la temperatura si elevasse più di 15° sopra il massimo ammesso per il funzionamento a carico normale. Per i motori si raccomandava anche che potessero sostenere un sovraccarico del 50% per un minuto.

Dopo il 1916 le « Norme » dell'A. I. E. E. non contengono invece più alcun accenno alla possibilità di sopportare sovracarichi, mentre, come si è visto, elevano fino a 90° la temperatura massima ammissibile.

L'Autore critica seriamente tale modificazione introdotta nelle « Norme » la quale sarebbe, a suo parere, dovuta ad una inesatta valutazione ed interpretazione dei lavori di Steinmetz e Lamme sui materiali isolanti, pubblicati nei Transactions A. I. E. E. Vol. XXXII, pag. 81 del 1913.

Con un breve esame critico di tale studi, l'autore mette in evidenza come il risultato degli studi stessi sia quello di mettere in guardia contro elevazioni di temperatura sopra i 100° anche « nei punti maggiormente riscaldati ». Ora fu proprio basandosi su questi studi che l'A. I. E. E. nelle proprie norme ammise per i materiali isolanti classificati nella categoria A (come il cotone, la seta, la carta, ecc.) una temperatura massima di 105° e conseguentemente una temperatura di 90° nelle macchine. L'autore si meraviglia di questo fatto nel quale vede un caso unico nella ingegneria, di trascuranza del fattore di sicurezza.

L'autore riporta anche le conclusioni dell'Electrical Power Club circa il soprariscaldamento di 50° sull'ambiente. In esse si mette in evidenza che una macchina in tal modo proporzionata è adatta nei casi in cui « le condizioni di carico sono accuratamente note e quando il motore non debba mai essere soggetto a sovraccarichi ». Le caratteristiche principali della macchina disegnata col concetto dei 50° sono la leggerezza ed il prezzo basso.

L'autore richiama uno studio fatto da lui stesso insieme al Dr. Wheeler parecchi anni prima delle ricerche del El. Power Club. In esso era messa in evidenza l'importanza che ha, per gli apparecchi elettrici come per ogni altro istrumento d'ingegneria, il margine di sicurezza, e l'errore che si commette progettando una macchina elettrica in base alle condizioni limiti di resistenza.

Anche l'Electrical Power Club a proposito delle citate norme dell'A. I. E. E. che ammettono un riscaldamento di 50° scrive nella sua relazione: « Le Norme proposte non solo non concedono alcun margine di sicurezza ma permottono che gli isolanti sieno impiegati a temperature alle quali essi soffrono alterazioni gravi e permanenti ».

L'autore mette poi in evidenza parecchie imprecisioni di linguaggio nel testo delle Norme dell'A. I. E. E.

Nell'opinione dell'Autore, nessun fatto sta a permettere una calcolazione delle macchine sulla base di un riscaldamento di 50°. Gli isolanti classificati nella categoria A non sono stati migliorati nella loro costituzione, dopo la compilazione delle nuove norme, di tanto da giustificare un aumento di 10° nelle temperature ammissibili.

E' impossibile preventivare le condizioni di carico e di funzionamento tanto esattamente da poter con sicurezza proporzionare la macchina fino al limite della sua resistenza, tanto più tenendo conto delle altre cause di deterioramento oltre alla temperatura; vale a dire le vibrazioni, la polvere, l'umidità, ecc.

Inoltre è noto che macchine calcolate per la stessa elevazione di temperatura, presentano poi sempre differenze di qualche grado all'atto del loro effettivo funzionamento; ora una macchina preventivata per un riscaldamento di 50° non presenta margine per tali anormalità.

Ancora è da tenersi conto che una macchina la quale quando è nuova presenta al banco di prova del costruttore un riscaldamento di 50°, ne presenterà poi uno alquanto più elevato dopo un certo tempo di funzionamento, e ciò in seguito all'inevitabile deterioramento. In questi casi, nei punti di massimo riscaldo, la temperatura totale potrà salire ben oltre i 100° ammessi come massimo per gli isolanti della Categoria A.

Secondo l'Autore il costo di un motore proporzionato per 40° è dal 10% al 25% maggiore di quello di un motore proporzionato per 50°. Siccome in un impianto mosso a energia elettrica il costo dei motori può ritenersi in media del 2 o del 3% del costo totale dell'impianto, ne viene che l'economia realizzata coll'installazione dei motori calcolati per 50° si aggira intorno all'1,5% del costo dell'impianto.

L'economia così realizzata non compensa in alcun modo la perdita del largo margine di sicurezza rappresentato dall'adozione di motori proporzionati per riscaldamenti di 40° e d'altra parte le maggiori spese per l'accurata manutenzione richiesta dai motori a 50° riescono certamente superiori all'interesse della somma rappresentata dall'1% del capitale, che si è risparmiato.

L'Autore è quindi decisamente favorevole all'adozione di Norme che prescrivano come sopraelevazione massima di temperatura nella macchina rispetto all'ambiente il valore di 40°.

R. S. N.

* *

RADIOTELEGRAFIA E RADIOTELEFONIA.

A. ESAU — **Calcolo del coefficiente di autoinduzione degli aerei a quadro.** (Jahrb. d. drahtl, Telegr. 1920, vol. 16, pag. 164).

L'A. tratta il caso di telai in cui le spire hanno la forma di un quadrato. E' questo uno dei casi più usati nella pratica. Chiamando con a il lato del quadrato (fig. 1), n il numero delle spire avvolte, g la distanza fra i piani di due spire consecutive o passo dell'avvolgimento, e con 2ρ il diametro del filo; il coefficiente di selfinduzione L è dato dalla formula seguente (in cui tutte le grandezze sono espresse in cm ed L in unità assolute C. G. S.):

$$L = a \, . \, n \, . \, S$$

ove S ci rappresenta la somma di $S_1 + S_2$, essendo:

$$S_1 = (\log_e \frac{a}{\rho} - 0{,}524) \, . \, 8$$

$$S_2 = 8\,(n-1) \, . \, (\log_e \frac{a}{g} - 0{,}774) = \frac{A}{n} +$$

$$+ \frac{n^2-1}{3} \, . \, \frac{g}{a} - 0{,}043 \, \frac{n\,(n^2-1)}{6} \, . \, \frac{g^2}{a^2}$$

Le due grandezze S_1 e S_2 sono funzioni: la prima del rapporto $\frac{a}{\rho}$ e la seconda di n e del rapporto g/a; le possiamo quindi rappresen-

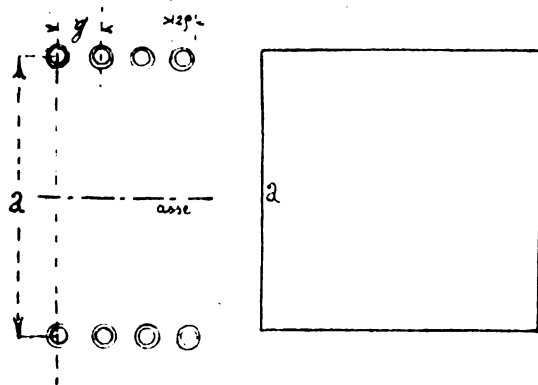



Fig. 1.

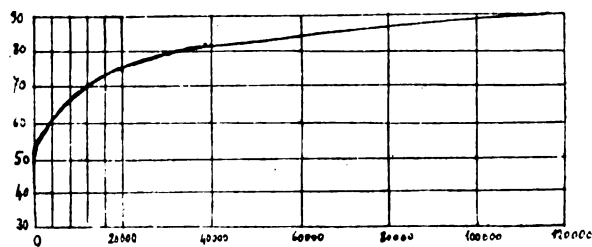



Fig. 2.

tare mediante diagrammi, il cui andamento è indicato dalla fig. 2. Le seguenti tabelle ci dànno inoltre i valori di S_1 e S_2 in alcuni casi

$\frac{a}{\rho}$	S_1
400	44,74
800	49,29
2 000	56,6
4 000	61,2
10 000	69,5
20 000	75,0
40 000	80,6
80 000	86,2
120 000	89,4

$$S_1 = \varphi \left(\frac{a}{\rho}\right)$$

$$S_2 = f\left(\frac{g}{a}, n\right) \qquad \frac{g}{a} = c$$

c =	0,002	0,004	0,008	0,01	0,02	0,04
n = 2	43,5	38,-	32,5	30,7	25,3	19,9
4	120,7	104,2	87,7	82,4	66,2	50,5
6	190,-	162,6	135,-	126,3	99,5	73,9
10	313,9	264,7	215,7	200,1	152,9	108,6
14	425,-	354,2	283,5	261,7	195,1	133,5
18	527,0	434,9	343,1	315,-	229,7	151,8
20	575,4	472,6	370,4	339,1	244,9	159,1

Esempio di calcolazione:

Si abbia un quadro di sei spire ($n = 6$), il cui lato sia di 10 metri ($a = 1000$), e il passo ossia la distanza fra i piani di due spire consecutive di 0,2 m ($g = 20$), inoltre il diametro del filo eguale a $2\rho = 0,2$ cm.

Ricaviamo coll'ausilio delle tabelle un coefficiente di selfinduzione

$$L = 1000 . 6 \ (69,52 + 99,52) = 1,014 . 10^6 \text{ cm}$$

Aerei a quadro con una sola spira: In questo caso la formula data si semplifica, avremo cioè:

$$L = a . S_1 = a . f\left(\frac{a}{\rho}\right)$$

poichè per $n = 1$, la seconda grandezza S_2 diventa nulla. La seguente tabella ci dà i valori del coefficiente L per quadri ad una spira costituita con filo di diametro eguale a 0,2 cm ed aventi una larghezza (a) variabile.

a (in metri)	L (in cm)
1	4 550
5	29 120
10	63 900
40	316 800
80	678 400

Misura del coefficiente di selfinduzione col metodo sperimentale. — I metodi sperimentali sono due: Il primo è quello del ponte su cui non ci fermeremo; il secondo, giornalmente usato, è quello che utilizza la misura della lunghezza d'onda del circuito formato collegando ai capi del quadro una capacità fissa di valore noto. Eccitando il circuito oscillante così composto col mezzo di una valvola ionica e valendosi di un ondametro campione provvisto di raddrizzatore (detector) e cuffia, o di una coppia termoelettrica, si determina la condizione di massimo di

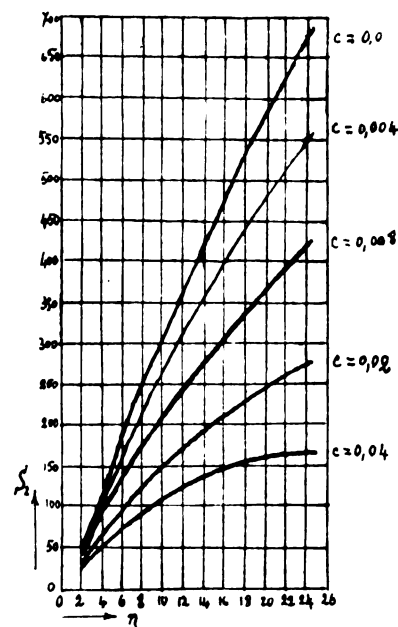



Fig. 3.

corrente indotta, la quale corrisponde alla condizione di risonanza. Sia λ la lunghezza d'onda emessa, dal circuito oscillatorio e rivelata dall'ondametro, C la capacità del condensatore campione posto in derivazione sul quadro, il coefficiente di autoinduzione L, si ricaverà facilmente dalla formula

$$\lambda = 2 \pi \sqrt{L . C}$$

e cioè

$$L = \frac{\lambda^2}{4 \pi^2 C}$$

A rigore alla capacità concentrata C del condensatore fisso si dovrebbe aggiungere la capacità distribuita lungo il conduttore del quadro. Ma facendo la prima assai grande rispetto alla seconda quest'ultima può trascurarsi introducendo nella formula la sola capacità del condensatore.

M. Sa.

* *

TRAZIONE E PROPULSIONE.

S. SANDONNINI — **Sul comportamento delle rotaie adoperate come conduttori di corrente elettrica.** (Riv. Tec. d. Ferr. It., settembre 1920, vol. XVIII, n. 3).

Nello studio degli impianti di linee ferroviarie a trazione elettrica e nell'esercizio di esse, interessa conoscere il comportamento delle rotaie come conduttori. A tale scopo è necessaria la determinazione fatta in laboratorio degli elementi caratteristici delle rotaie.

L'A. premette alcuni schiarimenti sui punti fondamentali della questione. E' noto che, per essere questi conduttori in contatto più o meno immediato col terreno, la circolazione di corrente avviene in essi in modo meno semplice di quanto si verifica nei conduttori isolati: nel caso che si considera si hanno infatti derivazioni di corrente più o meno rilevanti a seconda della natura del terreno e della umidità del medesimo, dimodochè i due punti in cui rispettivamente viene immessa ed emessa la corrente nella rotaia vengono a costituire due fuochi, fra i quali si svolge un esteso sistema di distribuzione di corrente nel terreno.

Nel corso di alcune esperienze eseguite nel 1914 sul tratto Bussoleno-Meana in collaborazione coi Telegrafi dello Stato allo scopo di valutare l'entità del disturbo generato dalle linee di trazione elettrica sulle linee telegrafiche e telefoniche, si ebbe occasione di determinare questo disperdimento, valutando l'entità della corrente circolante nelle rotaie in un punto intermedio, press'a poco equidistante fra i punti di ingresso e di uscita (Bussoleno-Meana). Si trovò allora che soltanto due terzi della corrente percorrevano le rotaie, l'altro terzo veniva disperso per il terreno (causa principale dei disturbi telegrafici) per poi rientrare gradatamente nelle rotaie verso il punto di uscita.

Sull'entità e sulla configurazione di questa corrente dispersa influiscono in primo luogo, oltre la natura del terreno, il più o meno intimo contatto fra questo e le rotaie, le quali ad es. nei passaggi a livello vengono a essere comprese nel terreno col quale fanno buon contatto, mentre nel resto della linea, su traverse secche e ghiaia asciutta, possono considerarsi quasi isolate; inoltre hanno molta influenza i giunti, che, accurati e ben saldati all'atto della posa di un binario nuovo, ben presto si allentano e si ossidano costituendo una pessima via al passaggio della corrente e quindi favorendo in alto grado le derivazioni.

Stante l'incertezza derivante da questi elementi non bene precisabili, una determinazione fatta in laboratorio degli elementi caratteristici di un tipo di rotaia, dal punto di vista pratico, ha, si può dire, un valore più che altro qualitativo, che però non è privo di interesse, in quanto serve a ben mettere in luce il comportamento dei materiali impiegati.

E' ben noto e chiaro il fenomeno dell'effetto di pelle, per cui la corrente alternata, per la natura magnetica del conduttore, si addensa alla superficie di questo dando così luogo ad un effettivo aumento della resistenza; è opportuno invece chiarire brevemente ciò che riguarda la autoinduzione.

Anzitutto quando si parla di coefficiente di induzione di una rotaia si intende che si tratta del coefficiente complessivo rappresentante il complesso ($L - M$) della induzione propria diminuita vettorialmente dell'induzione della o delle linee percorse dalle correnti di ritorno. In altre parole solo riferendosi ad un dato tipo di linea per trazione è possibile parlare di un coefficiente complessivo di induzione di una rotaia. Se invece noi vogliamo esprimere un coefficiente che sia un elemento caratteristico del tipo di rotaia esaminato, dobbiamo far astrazione dal flusso esterno e limitarci a considerare soltanto quello interno alla rotaia stessa, poichè la entità e la distribuzione di questo flusso dipendono dalla natura del materiale che costituisce la rotaia e dalla sua conformazione. Il coefficiente di induzione determinato sperimentalmente si riferisce perciò al solo flusso interno e costituisce quindi, allo stesso modo della resistenza, un elemento caratteristico della rotaia esaminata; e come tale può servire per stabilire confronti fra diversi tipi.

I tipi di rotaia esaminati sono due:

a) 12 metri, 36 kg per metro; *b*) 12 metri, 46 kg per metro. Le frequenze disponibili erano due soltanto: 15 periodi (per una potenza molto limitata) e 45 periodi. Oltre alla limitata potenza, l'impianto a 15 periodi aveva l'inconveniente di offrire una curva di tensione di una certa regolarità, ma assai dissimile da una sinusoide: con 45 periodi, la curva era regolarissima e sinusoidale. Si insiste su questo, perchè solo esperimentando con una data curva di corrente è possibile paragonare rigorosamente i valori ricavati da diverse esperienze, essendo i fenomeni considerati in stretta dipendenza non soltanto colla frequenza fondamentale, bensì colla legge della variazione del flusso nel tempo; in dipendenza quindi anche di tutte le armoniche.

Nelle figg. 1, 2, 3 sono riportati i diagrammi che esprimono l'andamento, in funzione della corrente percorrente la rotaia, del rapporto

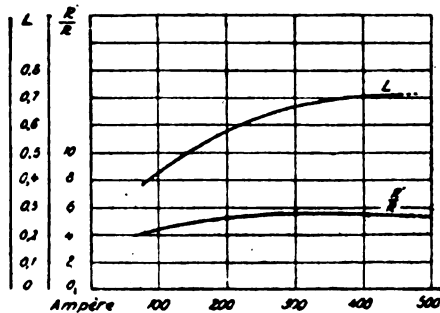
Rotaia da 36 kg

R = resistenza a corrente continua - ohm 0.000 40 per 16 m.
R' = id. id. alternata a 15 ~
L = coefficiente di autoinduzione in millihenry

Fig. 1.

fra la resistenza a corrente alternata e la resistenza a corrente continua.

In sostanza la determinazione si riduce a una misura della potenza dissipata nella rotaia e della tensione ai capi della medesima. A questo riguardo è noto che, dovendo compiere misure di questo genere su linee di trazione elettrica, si va incontro alla grave difficoltà della induzione del sistema mono o trifase sui fili di connessione del wattmetro e del voltmetro, induzione che falsa le indicazioni degli apparecchi. Nel caso nostro l'inconveniente era eliminato, perchè era eliminato nello spazio anche il campo esterno dovuto alla circolazione della corrente della rotaia; il ritorno della corrente essendo fatto per mezzo di due cavi isolati posti simmetricamente da un lato e dall'altro della rotaia ed aderenti a questa in guisa da fare praticamente coincidere l'asse della corrente di andata con quello della corrente di ritorno. Ciò a rigore non è rigorosamente esatto, ma nei limiti della sensibilità degli apparecchi impiegati è a ritenersi sufficientemente prossimo al vero, in quanto l'elettrodinamometro inserito in un circuito ausiliario abbracciante una forte area nelle immediate

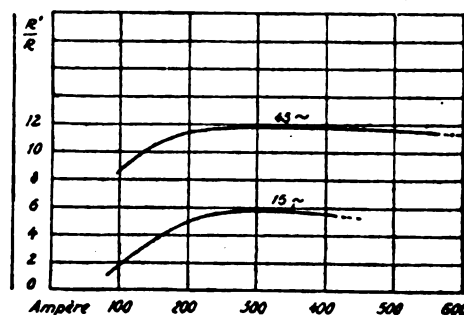
Rotaia da 46 kg

R = resistenza a corrente continua - ohm 0.000 527 per 10 m.
R' = id. id. alternata

Fig. 2.

vicinanze del circuito «rotaia-cavi di ritorno» non accusò mai la benchè minima deviazione.

L'induttanza della rotaia rilevata in questa guisa e tradotta in cifre dai diagrammi delle figg. 1, 2, 3 è dunque quella sola che risulta dal campo interno della rotaia, come precisamente si disse di voler fare.

Detti diagrammi illustrano chiaramente il fenomeno: da essi risulta che per valori della corrente superiori a 200 ampère circa, tanto a 15 quanto a 45 periodi, resistenze e coefficienti di induzione sono

Rotaia da 46 kg

L = coefficiente di autoinduzione in millihenry

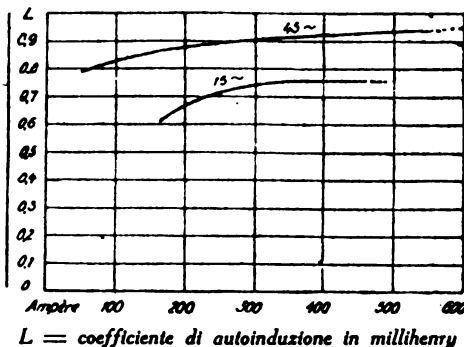



Fig. 3.

da ritenersi pressochè costanti; è quindi a questi valori che occorre praticamente riferirsi nell'ipotesi che il valore della corrente in media scenda raramente negli attuali impianti al di sotto di 200 ampère per ciascuna rotaia.

Questi dati ricavati in laboratorio costituiscono una serie di coefficienti abbastanza rigorosi che permettono, unitamente ad altri criteri, di stabilire un completo confronto fra diversi tipi di rotaie da impiegarsi per la trazione elettrica.

Distribuzione della corrente nella rotaia. — L'addensamento della corrente alternata alla superficie avverrebbe in modo uniforme soltanto nel caso di un conduttore omogeneo a sezione circolare.

In una rotaia invece è da attendersi una distribuzione di corrente variabile lungo il perimetro della sezione; più precisamente è da attendersi che la corrente, tendendo a sfuggire dalle regioni centrali,

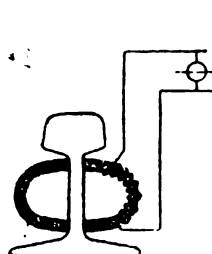
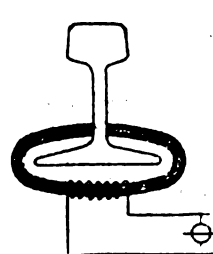
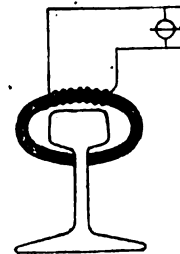



Fig. 4. Fig. 5 Fig. 6.

si addensi particolarmente nel fungo e nella suola nelle regioni superficiali di questo che sono più lontane dal centro di figura della sezione.

Una determinazione rigorosa di questo genere presenta grandissime difficoltà; tuttavia per avere un'idea approssimativa si è cercato

di valutare l'entità della corrente circolante per tre zone distinte della sezione della rotaia: il fungo, l'anima e la suola. A questo scopo vennero praticate delle piccole finestre longitudinali, una alla sommità e l'altra alla base dell'anima, in corrispondenza a due diverse sezioni della rotaia; queste due finestre permettevano la sistemazione di un piccolo circuito magnetico abbracciante successivamente le tre regioni considerate della sezione e costituito da fili sottilissimi di ferro dolce, intorno al quale era avvolto in modo continuo un avvolgimento a molte spire, che alimentava un voltmetro ordinario oppure un elettrodinamometro sensibile a seconda dell'entità della f. e. m. da misurare (figg. 4, 5, 6). L'insieme veniva perciò a costituire quello che comunemente vien detto un trasformatore di corrente: la f. e. m. misurata era così in diretto rapporto col flusso alternativo generato nel circuito magnetico ausiliario e quindi colla stessa corrente attraversante la regione considerata.

I risultati di queste determinazioni sono riassunti nella tabella qui sotto riportata:

Sezioni		42 %	14 %	45 %
Perimetri		33 »	19 »	48 »
Corrente in ampere	100	70 »	10 »	20 »
	200	77 »	6,8 »	16,7 »
	300	66 »	8,3 »	25 »
	400	58 »	8,5 »	34 »
	700	46 »	17 »	38 »

nella quale sono indicati inoltre, in percento dei valori totali, i perimetri e le sezioni delle zone interessate. Per la corrente di 100 A la determinazione venne fatta in modo meno sicuro, ricorrendo a un termoelemento per la valutazione della tensione alternativa: la rotaia esaminata era quella da 12 m e 46 kg.

In base al fenomeno generale dell'effetto di pelle si sarebbe dovuto attendere, almeno per certi valori della corrente, una ripartizione proporzionale alla superficie esterna delle diverse regioni della rotaia, e quindi considerando una sezione, al perimetro esterno di questa. Invece vediamo che per bassi valori della corrente (200 A) la corrente percorre in parte preponderante la suola, in proporzione cioè assai più forte del perimetro (77% di fronte al 33%). In queste condizioni, che si può ritenere corrispondano a quelle degli attuali impianti di trazione, la corrente per più di due terzi della sua intensità, è relegata nella regione inferiore della suola. A tale riguardo, dal punto di vista pratico, l'A. ritiene di poter fare due osservazioni:

1° L'addensamento di corrente nella suola favorisce le derivazioni nel terreno (specialmente nei passaggi a livello e tanto più se in terreno umido).

2° Per non distogliere la corrente dal suo cammino preferito e quindi per dare ad essa il più facile passaggio attraverso i giunti delle rotaie, non è conveniente stabilire le connessioni elettriche derivandole dall'anima come attualmente si suole fare in prossimità delle stecche di giunzione. Infatti questa è la regione meno interessata per il passaggio della corrente; il convogliamento di essa a traverso le connessioni richiede una deviazione dal cammino preferito con un addensamento nei punti di contatto, dei quali la cattiva conduttività è aggravata da un aumento di induttività dovuto all'addensamento suddetto.

Perciò, anzichè valersi delle stecche per il contatto elettrico o delle ordinarie connessioni praticate fra l'anima delle rotaie contigue, sembrerebbe opportuno disporre inferiormente alle estremità delle rotaie, come si faceva in alcuni vecchi tipi di armamento, una lamiera (rame o ferro) della larghezza della suola e di lunghezza sufficiente per posare sulle due traverse più prossime al giunto, e possibilmente interponendo una delle solite miscele conduttrici e preser-

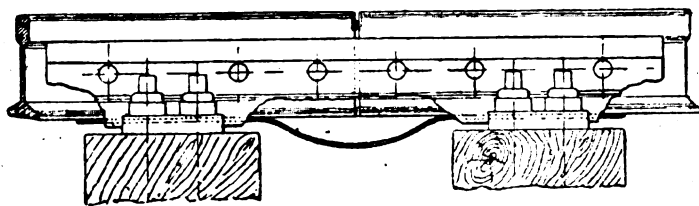



Fig. 7.

vatrici da ossidazione, che per trovarsi fra due superficie orizzontali ben strette non sfuggirebbe tanto facilmente come succede quando venga interposta fra stecche e rotaie (fig. 7). E' importante osservare che, secondo quanto è risultato da esperienze fatte in laboratorio, una lamiera larga quanto la suola e avente una sezione di 1200 mm² offre una impedenza dello stesso ordine di grandezza di quella della rotaia.

L'A. ritiene che un sistema di giunzione di questo genere presenterebbe reali vantaggi rispetto agli attuali: e forse non è da escludersi la opportunità di rendere continua la lamina conduttrice sottoposta in modo da costituire un feeder che oltre a facilitare il ritorno della corrente nelle condizioni normali di esercizio, lo assicurerebbe nel caso di parziale e temporanea rimozione di rotaie per lavori di linea.

CRONACA

ELETTROCHIMICA ED ELETTROMETALLURGIA.

Forni elettrici per ottone. — Al 1° Marzo 1921 erano in servizio negli Stati Uniti 408 forni elettrici per fusione di bronzo ed altre leghe non ferrose con un aumento di 147 sull'anno precedente. I quattro tipi prevalenti sono (¹): l'Ajax-Wyatt usato per l'ottone, con 178 forni; il Baily, che è il più antico, usato per bronzo, ottone, alluminio, argento, con 82 forni, il Detroit e il Booth rotante. Un tipo nuovo, che dà buoni risultati, è il forno a riverbero H. & H., costruito dalla Hamilton e Hansell di New York. In esso gli archi si sviluppano tra gli elettrodi e la suola conduttrice del forno; le variazioni nella temperatura si ottengono variando la lunghezza degli archi fra gli elettrodi e la suola, e un riscaldamento attenuato si ha portando gli elettrodi a contatto diretto con essa, così da raggiungere nei riguardi della regolabilità le stesse condizioni di un forno a riverbero a combustibile. Il forno ha sezione rettangolare; i tipi piccoli possono essere girevoli; i grandi sono fissi. Gli elettrodi entrano nella cupola verticalmente e il loro numero dipende dal tipo di corrente e dalle dimensioni del forno.

La suola conduttrice, di carborundum, spostabile e rinnovabile, è protetta da uno strato di particelle di carbone che moderano la combustione degli archi, introducendo una notevole resistenza in serie e funzionando come elementi riscaldanti quando si usa l'arco attenuato. Le camere di fusione sono laterali e possono scaricarsi insieme o indipendentemente l'una dall'altra. L'unica tensione usata è di 100 V. e la regolazione della temperatura è ottenuta variando la distanza tra la suola e gli elettrodi. Un impianto da 135-230 kg, che alla Chicago Faucet Co. serve per ottone rosso e giallo, è costato, pronto al lavoro L. 16 200 (oro) e può dare, in una giornata di 8 ore, 6 colate della prima lega e 8 della seconda, con un consumo di elettrodi di 230 gr. per ogni 100 kWh, col calo di 0,5 - 2%, secondo la consistenza del materiale usato. Il consumo di energia per ogni tonn. prodotta è di 300 - 400 kWh per l'ottone rosso e di 240 - 360 per quello giallo.

e. m. a.

IMPIANTI.

Per l'attraversamento dello stretto di Messina. — Ad iniziativa dei Ministeri di Poste e Telegrafi e dei Lavori Pubblici, è stata nominata con D. R. 11 Agosto « una Commissione tecnica temporanea per studiare i mezzi più idonei e le caratteristiche costruttive più convenienti per assicurare negli attraversamenti dello stretto di Messina le condutture telegrafiche telefoniche e per trasmissione di energia ».

La Commissione è composta dei Signori: Prof. L. Lombardi, Presidente; Ingg. Bonomi, Donati, Fano, Perilli, Vismara, Membri; Benedetti E., Segretario.

✶

Esperimenti di utilizzazione della forza della marea in Francia. (The Engineer, 17-6-21). — La concessione da parte del Governo francese di un sussidio per agevolare l'esecuzione di un impianto sperimentale per l'utilizzazione della forza della marea sulla costa della Bretagna, dovrebbe far ritenere che gli studii già fatti dimostrino la possibilità di una prossima realizzazione pratica dei progetti per utilizzare la forza della marea. Nel proporre la concessione il Ministro dei lavori pubblici ha anzi affermato che il problema era risolto, e ciò è certamente vero nel senso che si possiedono tutti gli elementi per utilizzare parzialmente l'energia della marea. La difficoltà consiste nello sviluppare sistemi che permettano di far ciò nel modo migliore e più economico possibile, poichè quantunque molti sistemi siano stati proposti, pochissimi fra essi potrebbero giustificare la spesa per la loro esecuzione. Per tal ragione la Direzione delle forze idrauliche presso il Ministero dei lavori pubblici si propone di raccogliere tutti i dati disponibili per stabilire un programma di lavoro sperimentale, con concetto di accordare concessioni e spendere somme relativamente modeste per impianti di prova, fino a che i risultati non giustifichino le spese vigenti necessarie per impianti più potenti. Poche sono le coste sulle quali il dislivello fra l'alta e bassa marea permetta l'esecuzione di impianti idraulici. Mentre sulla costa dell'Atlantico la marea varia fra 3 e 5 metri, essa è di 8 metri a Brest, e ad Havre, di 10 metri fra Dieppe e Boulogne e di 15 metri nella baia di Mont St. Michel.

Attualmente il sistema ritenuto più pratico dagli ingegneri francesi è la creazione di uno o più serbatoi separati dal mare da dighe, in cui gli alternatori siano accoppiati a turbine di tipo adatto al funzionamento con altezza d'acqua variabile. I sistemi basati su galleggianti, su arieti idraulici o sulla velocità di correnti, sono ritenuti inattuabili a causa delle dimensioni e del costo degli apparecchi necessarî, i quali avrebbero inoltre un rendimento eccessivamente basso. Quantunque il sistema con più serbatoi possa permettere la soluzione del problema, molte sono ancora le difficoltà da superare per costruire tur-

(¹) Vedi questo giornale, N. 12, vol. VIII, 25 aprile 1921, pag. 273.

bine di costo non eccessivo capaci di funzionare con un dislivello limitato ad un terzo circa di quello massimo fra l'alta e la bassa marea, per costruire le dette turbine con metalli non soggetti a corrosioni, e per accoppiare queste turbine a bassa velocità con alternatori a grande velocità. Si può inoltre prevedere che la costruzione delle paratoie sarà molto costosa, a causa dell'enorme volume di acqua che dovrà fluire nei serbatoi. Il concetto di ottenere un dislivello d'acqua praticamente costante può essere realizzato per mezzo di una serie di serbatoi in cascata disposti a varie altezze; ma il sistema è dispendioso e sarà forse preferibile assicurare la continuità di produzione dell'energia impiegando l'energia intermittente della marea combinata con le centrali elettriche prossime o con la distribuzione elettrica nazionale che presto o tardi dovrà abbracciare tutta la Francia.

Pur riconoscendo queste difficoltà, il Governo ritiene che un primo passo si debba fare, e propone di costruire un impianto sperimentale a circa 25 km da Brest, ad Aber-Benoit, oppure ad Aber Vrac'h. Scopo di questo impianto, che avrà la potenza di circa 3000 kW, è quello di raccogliere dati sperimentali, di concretare le difficoltà e di fare un confronto fra varî sistemi. Inoltre il Governo, allo scopo di incoraggiare le ricerche, accorda concessioni, quando siano richieste, per attuare impianti per utilizzare la forza della marea, fra i quali il più interessante sarà quello nell'estuario della Rance, di cui però non è ancora stato studiato il progetto definitivo, nè è stato ancora deciso se comprenderà uno o più sbarramenti nel mezzo dell'estuario oppure uno sbarramento unico di circa 1500 metri in prossimità del mare. Per ora si stanno facendo accurati assaggi del letto dell'estuario, e soltanto dopo l'ultimazione di questo lavoro, potrà essere compilato il progetto definitivo. Il Ministero dei lavori pubblici, mentre procede cautamente per evitare spese inutili, ritiene al tempo stesso che, anche se la spesa di impianto di una istallazione pratica risulti elevata, essa sarebbe tuttavia giustificata per il fatto che gli impianti utilizzanti le maree sono così lontani dalle risorse idrauliche delle regioni montane da non poter essere economicamente sostituiti da queste. Non bisogna in ogni modo dimenticare che per grandi impianti si avranno elementi di sicuro successo soltanto dove esistano enormi bacini naturali profondi i quali non richiedano opere d'arte eccessivamente costose.

Mentre il Governo francese sta studiando cautamente questi impianti soltanto dal punto di vista sperimentale, per potersi orientare per quanto riguarda impianti di grande mole, un ingegnere franco-canadese, rappresentante a quanto pare di capitali americani, ha presentato un progetto per l'utilizzazione della marea nella baia di Mont St. Michel. Il preventivo dell'impianto ammonta a due miliardi di franchi e l'energia annua utilizzabile sarebbe di dieci miliardi di kWO. L'energia dovrebbe essere utilizzata per l'elettrificazione delle ferrovie dello Stato e per la distribuzione in tutta la Bretagna.

E. C.

RADIOTELEGRAFIA E RADIOTELEFONIA.

Concessioni radiotelegrafiche. — La stampa politica ha pubblicato che il Governo italiano intende bandire prossimamente delle gare per concessioni radiotelegrafiche. Si tratta di appaltare in tutto o in parte le comunicazioni r. t. commerciali con l'estero, a decorrere dal febbraio 1922. Le ditte concorrenti dovranno dimostrare la loro capacità tecnica e finanziaria e avere avuto l'assicurazione impegnativa per l'uso della stazione corrispondente all'estero. Saranno preferite le società costituite in Italia con capitale prevalentemente italiano, specialmente se costruiscono in Italia apparecchi radiotelegrafici e radiotelefonici e se adoperano mano d'opera e materiale italiano. Le concessioni potranno tuttavia esser date anche a società estere, quando queste dimostrino di possedere titoli di preferenza su qualsiasi società italiana.

*

Comitato Tecnico per le radio-comunicazioni internazionali. — E' noto che la grande guerra spezzò molte importanti organizzazioni internazionali e sospese il periodico necessario rinnovamento di parecchi accordi, destinati a regolare, sotto determinati aspetti, le relazioni fra stato e stato. Tra questi accordi sono specialmente notevoli la convenzione telegrafica e quella radiotelegrafica. Della loro rinnovazione, che avrebbe dovuto avvenire negli anni di guerra, non si potè allora neppur parlare; ed ora se ne sente ogni giorno più vivo il bisogno, perchè i vecchi accordi non sono più consoni allo stato attuale della tecnica, sviluppatasi con grande rapidità negli ultimi anni.

Durante la guerra ristretti comitati tecnici, composti quasi esclusivamente di militari, trattarono e regolarono rapidamente di volta in volta le questioni più urgenti nei riguardi dell'Intesa. Ora, le medesime organizzazioni, opportunamente ampliate dopo l'armistizio, hanno preso l'iniziativa di preparare il lavoro per una grande conferenza mondiale, che disciplini al più presto la importante e delicata materia. In questa occasione è stata da molte parti sostenuta l'idea di fondere la convenzione telegrafica con quella radiotelegrafica, costituendo una *Unione universale delle comunicazioni elettriche,* che detti un'unica convenzione e un unico regolamento.

Ottenuto il consenso dei principali governi dell'Intesa a tale programma di massima, fu convocata l'anno scorso a Washington una conferenza preliminare fra i rappresentanti delle cinque grandi potenze alleate ed associate (Francia - Gran Bretagna - Giappone - Italia - Stati Uniti), la quale formulò un primo schema di convenzione e di regolamento per disciplinare tutte le comunicazioni elettriche. Lo schema, redatto in inglese e in francese, e stampato in un volume a cura del Governo Americano, fu distribuito da questo per via diplomatica a tutte le potenze, come preliminare per la convocazione della conferenza. Ma nella riunione di Washington non si erano potute trattare alcune questioni di radiotelegrafia, prevalentemente tecniche, e fu deciso di rimandarle ad uno speciale Comitato, che si sarebbe riunito quest'anno a Parigi per discuterle e per formulare le risposte da inserire nello schema di convenzione mondiale.

Il Comitato fu convocato a Parigi per il 21 giugno e vi intervennero le delegazioni delle medesime cinque grandi potenze, che comprendevano, insieme con i rappresentanti delle principali amministrazioni interessate, anche parecchi fra i più autorevoli specialisti della r. t.. I capi delle delegazioni erano per la Francia il gen. Ferrié, decano, a malgrado della sua ancor giovane età, dei tecnici r. t.; per la Gran Bretagna il col. Blandy benemerito delle applicazioni r. t. alla aeronavigazione; per gli Stati Uniti il gen. Squier ben noto pioniere delle comunicazioni ad alta frequenza sui fili; per il Giappone il sig. Inada, ingegnere principale del Ministero delle Poste e per l'Italia il nostro collega prof. Vallauri. I lavori si svolsero, salvo brevi interruzioni, durante due mesi e si chiusero il 22 agosto. La delegazione italiana, sebbene ridotta per l'assenza del cav. Manzoni e del com.te Gabetti, a tre soli membri, ossia al prof. Vallauri, al col. Bardeloni e al com.te Raineri-Biscia, potè partecipare intensamente alle discussioni sia plenarie sia dei sottocomitati, esercitando una influenza molto notevole nella scelta e nella formulazione delle decisioni da adottarsi.

Queste saranno prossimamente raccolte in volume e distribuite dal Governo Francese a tutte le potenze come seguito allo schema di Washington e come nuovo documento preparatorio per la conferenza mondiale. Il Comitato di Parigi, oltre a far voti affinchè la riunione di questa conferenza (che si presume debba aver luogo a Parigi) sia affrettata quanto più è possibile, ha espresso altresì, fra molti altri, il voto che le decisioni più particolarmente tecniche da esso adottate siano sollecitamente fatte conoscere attraverso la stampa scientifica, al fine di sottoporle alla discussione e alla critica degli specialisti di ogni paese, così da chiarire i punti ancora controversi e promuovere le numerose ricerche, di cui il Comitato stesso ha affermato la necessità ed in più casi ha formulato i temi. Dal canto nostro ci riserviamo di adempiere sollecitamente a questo gradito compito, rallegrandoci per la modernità e la larghezza di vedute, a cui si è inspirato l'autorevole consesso internazionale.

TRAZIONE.

Il sistema Cheneau di trazione elettrica sui canali. (Scientific American, 14-5-21). — Sul canale Saint-Maurice in Francia ha fatto buona prova il sistema di trazione elettrica Cheneau, costituito da una trattrice sospesa a un robusto cavo aereo sistemato lungo il canale. Il peso della trattrice serve per darle il necessario sforzo di trazione sul cavo, mentre una linea a parte funzionante da trolley le fornisce la corrente, e il ritorno di questa si effettua lungo il cavo. La trattrice Cheneau pesa circa 600 kg ed è azionata da un motore completamente chiuso di 10 HP a 500 Volt. Due ruote verticali poggiano sul cavo sostenendo la trattrice, mentre quattro ruote orizzontali, disposte in due paia, servono per stringere il cavo e rappresentano le ruote motrici, essendo azionate dal motore elettrico. Il motore può essere comandato dal battello per mezzo di conduttori nel cavo di rimorchio.

E. C.

TRASMISSIONE E DISTRIBUZIONE.

Progetto di una rete di distribuzione d'energia elettrica nella Savoia. - (Revue générale de l'électricité - 29 gennaio 1921 pag. 147-150) — Il Consiglio generale della Savoia ha votato alla unanimità per la creazione di una rete dipartimentale di distribuzione dell'energia elettrica, sopra uno schema di progetto analogo a quelli che erano stati già studiati e proposti per le reti dei dipartimenti di Eure-et-Loir e del Jura.

Dalle linee generali di questo progetto per il dipartimento della Savoia, esposte brevemente nel presente articolo, appare che non vi sarà alcuna creazione di nuovi impianti d'energia, ma secondo la legge del 16 ottobre 1919 sull'utilizzazione dell'energia idraulica, la rete dovrà essere interamente alimentata dalla quota-parte d'energia fornita dagli impianti concessi.

I grandi impianti della Savoia si trovano (fig. 1) sui fiumi Arc e Isère: secondo il progetto ricordato, la quota-parte d'energia prodotta nelle due valli di Mourienne e di Tarentaise verrà raccolta da due arterie principali, che si congiungeranno presso Chamousset in una linea unica diretta verso Chambéry. Da queste arterie principali si dirameranno linee secondarie conducenti ai capo luoghi di provincia, di dove partirà una rete secondaria per alimentare i vari comuni. Per la parte amministrativa si creerebbe una società regionale, con filiali in ciascuna provincia per ottenere una migliore sorveglianza, e un servizio più accurato. In principio sarebbero rispettate le distribuzioni attuali di energia, e in seguito rilevate o aiutate nella loro opera, fornendo ai consumatori energia per la forza motrice e per il riscaldamento; cosa che finora non è stata possibile da parte degli impianti esistenti.

Il progetto di massima si propone di riunire gli impianti progettati o in costruzione con una linea trifase a 30 000 volt, con 3, 7 o 9 fili, per poter permettere la realizzazione del progetto a più riprese.

Gli impianti progettati e in costruzione rappresentano circa una potenza di 150 000 kW, di cui 45 000 circa potrebbero essere forniti alla rete regionale della Savoia. Di questi ultimi, 7500 si possono considerare assorbiti dalla illuminazione, 37 500 per gli altri servizi. Pur prevedendo per il principio un consumo d'energia pari alla metà circa di quello massimo, i piloni saranno costruiti in vista del carico completo e in certe località per un carico maggiore, come nel tratto Pont-Albertin, Chamousset, Bonvillaret.

Per ragioni di economia si è stabilita la tensione di 30 000 volt, quale quella che si presenta più adatta nel caso di un carico ridotto, come si prevede per i primi tempi. La sezione dei conduttori verrà pure aumentata ad ogni incontro di centrale, perchè tutto fa supporre che la parte bassa della regione sia quella che consumerà più energia, mentre nella parte montana, questa sarà utilizzata entro certi limiti.

Le stazioni di Chamousset e di Chambery saranno fornite di interruttori ad olio; le altre su piloni, saranno del tipo semplice e a coltelli.

In ogni capo luogo di provincia sarà installato un trasformatore per abbassare la tensione. Tutti i 328 comuni verranno alimentati da questa rete, sebbene 70 di essi possiedano già una rete per l'illuminazione.

La spesa per queste stazioni e linee secondarie si valuta a 11 515 000 fr.

Nella tabella seguente appare come siano distribuite le spese totali d'impianto, ammontanti a 39 565 000 fr.

Arteria di Maurienne	8 992 000
Arteria di Tarentaise	10 480 000
Linea Chamousset - Chambery	2 250 000
Tronco Termignon Lanslebourg	228 000
Circondario della provincia di Chambery	5 340 000
Trasformatori e stazioni di centrali	5 730 000
Stazioni provinciali	6 175 000
Stazioni di separazione e apparecchi diversi	350 000
Totale	39 545 000 fr.

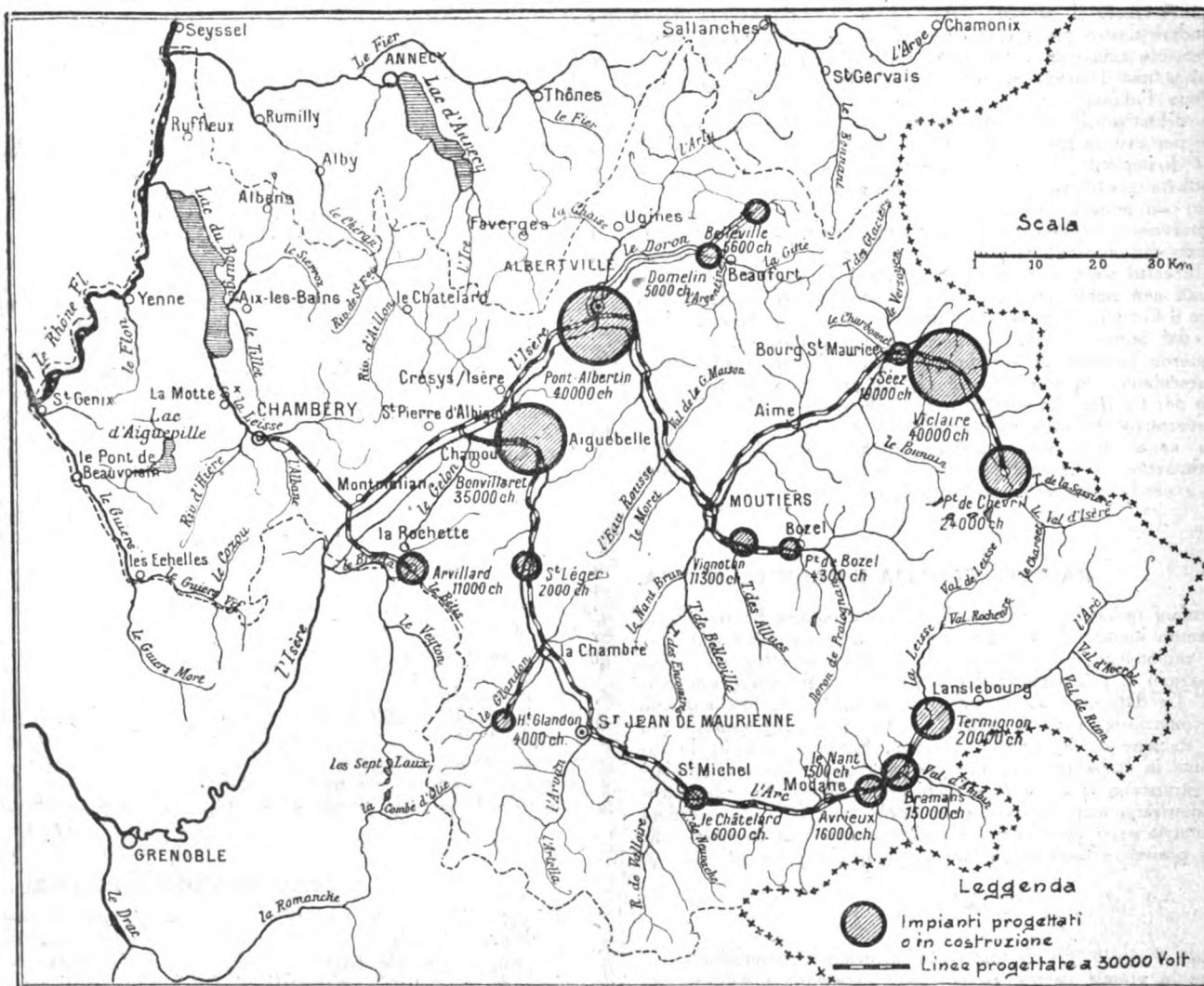



Fig. 1.

Arteria della Maurienne. Essa dovrà alimentare le officine di Termignone 14 700 kW); Bramans (11 000 kW); Le Nant (11 000 kW); Avrieux (11 800 kW); Le Châtelard (4400 kW); Glandon (3100 kW); Saint Léger (14 700 kW); Bonvillaret (25 700 kW). Di questa potenza totale, 18 400 kW potranno essere assorbiti dalla detta rete regionale. La spesa totale è valutata per questi tronchi a 8 992 000 fr. esclusi i trasformatori.

Arteria della Tarentaise. Essa alimenterà le officine di Pont de Chevril (17 650 kW); Vielaire (29 400 kW); Séez (7350 kW); Pont Albertin (29 400 kW); Pont de Bozel (3150 kW) Vignoton (8300 kW); Belleville (4300 kW); Domelin 3900 kW). Di questa potenza totale, pari a 103 500 kW, 25 700 potranno essere assorbiti dalla rete regionale. La spesa totale è valutata sui 10 480 000 fr. esclusi i trasformatori.

Linea Chamousset - Chambery. Essa seguirà la strada provinciale e sarà fornita di fili di 8 mm di diametro e di piloni che permettano di triplicare la linea. Il prezzo di questa linea, di 30 km può essere valutato a 2 250 000 fr.

Questo totale comprende un margine imprevisto del 20%. Le spese annuali d'esercizio sono previste come segue:

Interesse al 7% del capitale	2 300 000
Ammortamento delle linee (2%)	545 000
» dei materiali diversi (4%)	14 000
» dei trasformatori (5%)	595 250
Manutenzione e imposte	300 000
Totale	4 150 250 fr.

In base a queste cifre e ai calcoli fatti, il kW-ora verrà a costare dapprincipio fr. 0,15, e in seguito, ad utilizzazione completa dell'impianto potrà discendere a fr. 0,10 per kW-ora.

I valori esposti devono essere però accettati con riserva, perchè si riferiscono a calcoli di previsione.

a. r.

:: :: :: NOTE LEGALI :: :: ::

Concorrenza sleale in materia di lampadine.

Cassazione di Torino, 17 luglio 1920 [1]: « *Commette concorrenza sleale il fabbricante che mette in commercio lampadine elettriche consimili a quelle prodotte da altro fabbricante usurpando la denominazione* Lux *da questo adottata e conosciuta dal pubblico: art. 5 legge 30 agosto 1918, e art. 1151 Cod. Civile* ».

« *Nulla importa in contrario che l'altro fabbricante non dimostri per intanto alcun danno effettivo risentito, dovendosi ciò riservare alla sede successiva di liquidazione* ».

« *Una denominazione industriale definitivamente abbandonata può essere assunta in seguito da altro fabbricante senza che ciò basti a dimostrare che si tratti di comune denominazione di uso pubblico per la quale non possa detto fabbricante difendersi da atti di concorrenza sleale* ».

★

La Corte ha confermato la sentenza della Corte d'Appello di Casale, la quale « escluse il sistema prospettato dalla ricorrente (Società Auer) che la denominazione Lux fosse divenuta di uso pubblico in quanto numerose altre ditte avessero adoperato notoriamente siffatto vocabolo per indicare oggetti di illuminazione ed affini con plena acquiescenza della Società controricorrente (la Società Lux); negò che l'Auer avesse acquistato il diritto di usare tale nome per reticelle a incandescenza e che fosse quindi legittimo l'operato suo nei confronti della società rivale, e quanto alla pretesa sua buona fede non solo ne escluse la sussistenza, ma accertò per di più che essa anche per le ordinazioni avute dalla sua avversaria ben sapeva che questa era nell'incontrastato possesso della denominazione *Lux* per le sue lampade e relative reticelle, e tuttavia per sottrarle la clientela si fece a fabbricare pur essa e spacciare per proprio conto e presso i medesimi clienti quei medesimi prodotti, lasciando credere che fossero somministrati dalla *Lux*, consumando con ciò un fatto di ben marcata usurpazione di nome e concorrenza sleale, ciò che significa che l'Auer commise atti illeciti in pregiudizio dell'altra Società non per mera colpa, ma con vero e proprio dolo, col deliberato proposito di attaccarla nel suo diritto e sottrarle, con siffatte illecite manovre, la clientela ».

★

« Sotto il secondo punto di vista la sentenza, accertata l'usurpazione della clientela della Lux, cioè un fatto che diminuisce il patrimonio e l'utile del concorrente ed ostacola l'esercizio della di lui attività industriale, ha implicitamente affermata la sussistenza in genere del danno, perchè ciò ha influito direttamente sulla produzione della casa rivale e ha distolto la clientela dal fare acquisto dei di lei prodotti ».

« D'altra parte, trattandosi di fatto doloso, nè essendo sempre richiesto un effettivo pregiudizio al concorrente per la sua repressione, non occorreva che la sentenza si preoccupasse *ex professo* di tale requisito bastando che, di fronte all'esistenza di quelle manovre dirette a stornare la clientela dal commercio leale, si limitasse a riconoscere, come ha fatto, il diritto della Società Lux alla protezione contro simile forma di illecita concorrenza, lasciando poi all'ulteriore corso di causa la determinazione concreta dei danni risentiti dalla Lux per la violazione del suo diritto ».

« Per altro, non essendo sempre l'azione dei danni inseparabile dalla sleale concorrenza costituita da fatti dolosi, non verrà meno, perciò, il fatto illecito anche se da esso non venga a risultare derivato alcun pregiudizio patrimoniale e non si riesca a dimostrarne la esistenza ».

★

La Corte quindi esamina i molti fatti relativi al preteso abbandono del nome *Lux*.

E soggiunge « Ora, sia che si abbia riguardo al fatto dell'abbandono di quel nome, sia che si tratti di atti di tolleranza dell'usurpazione, la conclusione trattane in sentenza è ugualmente gratificata in linea di diritto. Una denominazione o marchio già usato in un industria simile, ma poi abbandonata per qualsiasi causa, può essere utilmente adottata da un concorrente sempre quando l'abbandono sia certo, e sia esclusa la possibilità di confusione tra l'anteriore azienda che usava del marchio e la nuova che se l'appropria ».

« Similmente gli atti di tolleranza, più o meno prolungati, all'usurpazione altrui non fanno per ciò solo presumere l'abdicazione dei proprii diritti sul marchio o nome, potendo trovar spiegazione in altre molteplici circostanze, quali la poca rilevanza dell'usurpazione che abbia potuto cagionare un pregiudizio insignificante, la clandestinità sua e via dicendo, rimanendo per ciò esclusa l'intenzione di rinunciare al marchio o al nome a favore del pubblico o dell'usurpatore. Altro sarebbe se la usurpazione si fosse generalizzata e il titolare del nome conoscendo l'abuso, avesse fatta acquiescenza e non avesse prese misure per farlo cessare ». Ma ciò è escluso nel caso attuale.

★

Vedonsi in argomento le seguenti sentenze della stessa Corte di Cassazione: 14 maggio 1920 [2]. 24 gennaio 1920 [3], 27 febbraio 1920 [4].

Avv. Cesare Seassaro.

[1] *Giurisprudenza* (Torino), 1920, 824.

[2] id. id., 1920, 705.
[3] id. id., 371.
[4] id. id., 417.

NORME, LEGGI, DECRETI E REGOLAMENTI

Agevolazioni per la costruzione di impianti idroelettrici e di serbatoi e laghi artificiali.

Decreto N. 700 *della raccolta ufficiale delle leggi del Regno* (Gazz. Uff. N. 139 del 14 Giugno 1921).

Visti gli articoli 1 e 2 del R. decreto-legge 2 ottobre 1919, n. 1995, che reca provvedimenti a favore della produzione e utilizzazione dell'energia idroelettrica;

Visti gli articoli 50, 51, 58 e 60 del R. decreto-legge 9 ottobre 1919, n. 2161, sulle derivazioni e utilizzazioni d'acque pubbliche, concernenti sovvenzioni governative per la costruzione di serbatoi e laghi artificiali;

Visto il R. decreto 14 agosto 1920, n. 1285, che approva il regolamento per l'applicazione del Nostro decreto 9 ottobre 1919, n. 2161;

Ritenuta l'opportunità di ulteriori norme per agevolare il funzionamento delle suindicate opere ed impianti;

Udito il Consiglio dei ministri;

Su proposta del Nostro ministro, segretario di Stato per i lavori pubblici, di concerto col ministro segretario di Stato per il tesoro;

Abbiamo decretato e decretiamo:

Art. 1.

Le sovvenzioni governative previste dagli art. 1 e 2 del R. decreto 2 ottobre 1919, n. 1995, e 50, 51, 58 e 60 del R. decreto 9 ottobre 1919, n. 2161, per la costruzione degli impianti idroelettrici e dei serbatoi e laghi artificiali, possono essere vincolate a garanzia di operazioni finanziarie per la provvista dei capitali all'uopo necessari.

A tale scopo il Ministero dei lavori pubblici sentito quello del tesoro, ha facoltà di rilasciare, in base allo stato di avanzamento dei lavori, certificati di credito scontabili.

Art. 2.

L'accertamento del credito verso lo Stato e la conseguente liquidazione della sovvenzione vengono fatti in ragione di una quota parte della sovvenzione complessiva, pari al rapporto fra l'ammontare delle opere e provviste, quale risulta dallo stato di avanzamento, e l'importo preventivo totale dei lavori.

Per stabilire il rapporto di cui sopra, tanto per le determinazioni dell'importo preventivo totale dei lavori che della spesa occorsa in base allo stato di avanzamento, saranno adottati come prezzi indici quelli del progetto esecutivo dei lavori, presentato ai sensi degli articoli 21 e 56 del regolamento 14 agosto 1920, n. 1285.

Art. 3.

Possono essere rilasciati certificati di credito fino a concorrenza di otto decimi della sovvenzione governativa.

In caso di decadenza per mancato compimento dell'opera, la sovvenzione resta vincolata per la sola parte corrispondente alle somme effettivamente somministrate dall'Istituto finanziatore.

In questo caso l'ammontare delle sovvenzioni vincolate sarà portato a compensazione del debito dello Stato verso il concessionario dell'opera, qualora lo Stato si valga della facoltà di acquisto degli impianti a termini del terzo comma dell'art. 22 del R. decreto 9 ottobre 1919, n. 2161.

Ordiniamo che il presente decreto, munito del sigillo dello Stato, sia inserto nella raccolta ufficiale delle leggi e dei decreti del Regno d'Italia, mandando a chiunque spetti di osservarlo e di farlo osservare.

Dato a Roma, addì 24 aprile 1921.

VITTORIO EMANUELE

Giolitti — Peano — Bonomi.

Visto, *Il guardasigilli*: Fera.

Il regime delle concessioni idroelettriche nella Spagna.

Riassumiamo qui brevemente le disposizioni principali del decreto spagnuolo 15 Giugno 1921 trasmessoci dal Socio corrispondente Ing. Barucci:

Sospesa la legge 13 Giugno 1879, le concessioni potranno darsi solo a spagnuoli ed a Società spagnuole (costituite e domiciliate in Ispagna) essendo in quest'ultimo caso indispensabile che il Presidente del Consiglio d'Amministrazione, gli Amministratori delegati ed i Gerenti Direttori con firma sociale siano *spagnuoli.* I sudditi stranieri non potranno occupare più di un terzo delle altre cariche. Neppure potranno cedersi, trasferirsi nè affittarsi, le dette concessioni se non a persone od entità che riuniscano i requisiti necessari.

Le concessioni hanno la durata massima di sessantacinque anni, decorrenti dal principio dell'esercizio. Trascorso il termine tutte le opere, macchinari, linee di trasporto, ecc., passeranno allo Stato.

Il Governo potrà esigere, all'atto della concessione, che tutta o parte dell'energia sia destinata a determinati servizi pubblici. Così pure il concessionario è obbligato a consegnare l'energia eccedente quella concessagli, alla futura rete generale di distribuzione di energia elettrica, alle condizioni che verranno stabilite.

Negli impianti eccedenti i 1000 HP potrà imporsi ai concessionari l'obbligo di cedere il 5% dell'energia prodotta al Comune, allo Stato od alle Deputazioni provinciali, per servizio pubblico, al prezzo di costo, che fisserà il Governo, senza ulteriore ricorso, concedendo un ridotto interesse industriale.

Tutti i materiali e macchinari impiegati per gli impianti dovranno essere di produzione e fabbricazione spagnuola a meno che si dimostri alla Commissione protettrice della produzione nazionale, l'impossibilità assoluta di ottenerli perchè non si producono in Ispagna.

Gli attuali concessionari di impianti idraulici saranno rispettati in tutti i loro diritti, però per le modificazioni e per gli ampliamenti dei loro impianti dovranno utilizzare esclusivamente materiali e macchine di produzione e fabbricazione spagnuola.

:: LIBRI E PUBBLICAZIONI ::

CONSIGLIO SUPERIORE DELLE ACQUE. — SERVIZIO IDROGRAFICO. *Osservazioni pluviometriche raccolte nella Sicilia negli anni* 1916 *e* 1917 (Roma — Cooperativa Tipografica Minerva — 1921).

LO STESSO — *Osservazioni pluviometriche raccolte nei bacini con foce al litorale della Campania negli anni* 1916 *e* 1917. (Roma — Cooperativa Tip. Minerva — 1921).

ING. ETTORE LO CIGNO. — *Calcolo rapido delle travi più economiche di cemento armato sollecitate a flessione semplice.* — (Estratto dal «Giornale del Genio Civile» — Anno LIV — 1921 — Roma — Stabilimento Tipo-Litografico del Genio Civile).

ING. GAETANO IVALDI. — *La pressione d'urto e quella dei gas secondo il metodo sperimentale.* Estratto dal «Politecnico» N. 6 — 7, (1921 — Società Editrice Libraria — Milano). De Cristoforis).

ING. ETTORE VIGNOLI. — *Ferrovia Genova-Borgotaro* — Cenni comparativi sui progetti 1902 — 1905 — 1912 — 1920. (Parma, Tip. Riunite Donati, 1921.)

Radietelegrafonia Española. — Radiotelegrafia con onda continua — Transmisores, receptores y amplificadores de la C. I. T. — Descripcion, teoria, funcionamiento e instrucciones praticas para su manejo for RUFINO GEA *y* SACASA *de la Escuela Superior de Telegrafia.* (Pubblicazione del «Telegrafo Espanol» Madrid, 1920).

GASTONE CAVALIERI. — *Ingranaggi.* (Manuale Hoepli con 74 disegni originali dell'Autore. - Anno 1920; prezzo L. 18,50).

ING. GIACOMO BUCIN. — *Contributo alla teoria delle turbine idrauliche veloci.* Estratto dalla Rivista «L'Industria» 1920, Vol. XXXIV — N. 23 e 1921 Vol. XXXV — N. 2-4-6. (Tipografia Arti Grafiche Varesine — Varese).

Iron and Steel in Sweden edited and published under control of and in Cooperation with Jernkontoret by Aktiebolaget Svenska Teknolog «foreningens» Forlag (Stockholm — Sweden).

LESLIE ATCHISON, D. MET. B. — *Engineering Steels an exposition of the properties of Steel for Engineers and users to secure economy in working and efficiency of result* (London Macdonald e Evans — 29 Essex Strett, W. C. 2. 1921 — pag. 396 — prezzo 25/s. — net).

ING. MARIO BRIGIUTI. — *Memorandum per l'Ingegnere industriale.* Formulario e tabelle — idraulica — motori termici — elettrotecnica. (Soc. An. Libraria Italiana, 1920).

Associazione Elettrotecnica Italiana

Eretta in Ente morale il 3 Febbraio 1910

Notizie delle Sezioni

SEZIONE DI PALERMO

Adunanza del 30 *Luglio* 1921, *ore* 17.

ORDINE DEL GIORNO DI CONVOCAZIONE

1) Comunicazioni della Presidenza;
2) Elezione di due nuovi Consiglieri della Sezione;
3) Elezione di un nuovo Delegato al Consiglio Generale.

SUCCINTA RELAZIONE DELL'ADUNANZA - VOTAZIONI

Sono presenti i soci: Ing. Trossarelli, Ing. Acanfora, Prof. Dina, Ing. Lo Presti, Prof. Mastricchi, Sig. Trevisan, Ing. Senn, Dott. Sellerio, Sig. Mallone, Ing. Polizzi, Ing. Giannona, Prof. Arena, Ing. Raverta, Sig. Marchetti, Ing. Pedarzini, Ing. Casella, Ing. Bernasconi, Ing. Sartori, Ing. Marino, Sig. Tomasini.

Aperta la seduta in seconda convocazione alle ore 17 il Presidente con brevi e degne parole commemora il Prof. Moisè Ascoli toltosi repentinamente la vita il 5 Luglio e comunica ai soci il testo di un telegramma di condoglianze inviato alla famiglia, e la risposta della consorte Sig.ra Liliah Ascoli Nathan.

Comunica quindi l'adesione dei nuovi soci: Ing. Pederzini, Comm. Squatriti, On.le Drago, Società Mineraria Siciliana, Società Solfifera Siciliana, Ing. Maisano, Ing. Severino, Sig. Mallone, Sig. Marullo, Sig. Apostolo, Sig. Carusi, Comm. Paratore, Fabbrica Chimica Arenella, Marchese Artale, Sig. Bertini, Sig. Tomasso, Sig. Carradori, Ing. Polizzi, Sig. Mariano, Ing. Cianciolo.

Dà notizia della seduta tenuta a Roma dalla Commissione pel lavoro delle Sezioni, il 19 Aprile ultimo scorso informando delle decisioni prese ed invita a nominare una commissione di propaganda che ad unanimità risulta così detta:

Prof. Ing. Alberto Dina;
Sig. Lorenzo Marchetti;
Prof. Felice Mastricchi.

Comunica ancora il desiderio della Presidenza Generale che la nuova categoria dei soci vitalizi e perpetui abbia un buon numero di soci e invita quindi a far la maggiore propaganda perchè s'a esaudito tale giusto desiderio.

Dà notizie dello stato di preparazione del prossimo congresso dell'Ottobre in Sicilia invitando i colleghi tutti della Sezione a voler cordialmente collaborare perchè esso abbia un ottimo risultato.

Infine invita i soci alla votazione per la nomina di due Consiglieri della Sezione in aggiunta agli attuali, avendo la Sezione superato il numero di 50 soci, e di un nuovo Delegato al Consiglio Generale.

Risultano eletti a pieni voti:

a Consiglieri: Prof. Michele La Rosa, Ing. Edoardo Senn;
a Delegato al Consiglio Generale: Prof. Alberto Dina.

Dopo una cordiale conversazione su alcuni problemi tecnici interessanti le industrie locali, sulle modalità del Congresso e sullo sviluppo da dare alla Sezione di Palermo, dietro invito dei Sigg. Ingg. Trossarelli e Prof. Dina componenti il comitato per le onoranze a Giuseppe Colombo, i soci tutti sottoscrivono la propria adesione versando il relativo contributo.

L'autorità della nostra Associazione sarà ancora maggiore quando essa potrà disporre di un suo patrimonio. Questo non può essere costituito che dalle quote dei Soci vitalizî o perpetui. I Soci che amano il Sodalizio devono quindi prendere in seria considerazione la possibilità di iscriversi Soci vitalizî.

L'elenco dei Soci vitalizî o perpetui è una specie d'albo d'oro dell'A. E. I. - I Soci vitalizî pagano una volta tanto L. 2000. La Società o gli Enti possono diventare Soci perpetui versando L. 5000. Tali somme costituiranno il patrimonio inalienabile dell'Associazione.

TEDESCHI GIOVANNI FU GIOVANNI, *gerente responsabile* ARTI GRAFICHE VARESINE - VARESE

VOL. VIII (XXV degli Atti) 25 Settembre 1921 N. 26

L'ELETTROTECNICA

GIORNALE ED ATTI DELLA

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

REDAZIONE ED AMMINISTRAZIONE: VIA SAN PAOLO, 10 - MILANO - TELEFONO N. 20-86

REDATTORE CAPO: A. BARBAGELATA - REDATTORI U. BORDONI - M. SEMENZA - G. VALLAURI

È GRADITA LA COLLABORAZIONE DEI LETTORI - GLI ARTICOLI DI INTERESSE GENERALE ACCETTATI DALLA REDAZIONE SONO COMPENSATI

I MANOSCRITTI NON SI RESTITUISCONO

Il prossimo Congresso in Sicilia.

Solo venti giorni ci separano dal XXVI Congresso sociale, al quale sarà particolarmente dedicato il prossimo fascicolo. Le iscrizioni, che giungono numerose all'Ufficio Centrale, già assicurano alla Riunione quel successo che l'eccezionale interesse del programma faceva facilmente presagire.

Ricerche sperimentali e progressi industriali.

Quante volte si è insistito, specie in questi passati anni di guerra, sulla necessità di un più intimo, più continuato contatto fra scienza ed industria! E quanti progetti udimmo formulare, quante iniziative vedemmo delinearsi che purtroppo non sono pressochè più di un ricordo! Col più vivo piacere salutiamo pertanto gli assai rari esempi di studî e di ricerche scientifiche sviluppatisi nei laboratorî di qualche illuminato e potente nostro industriale. Fra queste annoveriamo oggi le ricerche dell'Ing. EMANUELI sui cavi trifasi ad alta tensione, le quali continuano una nobile tradizione di una delle poche Ditte italiane che ha sempre con grande amore curato i suoi laboratorî sperimentali. La lettura dell'interessante lavoro dell'Emanueli ci mostra ancora una volta come ormai, allo stato di sviluppo odierno della tecnica, ogni piccolo progresso industriale rappresenti quasi sempre il frutto di lunghe, pazienti e metodiche ricerche: i tempi della genialità, dell'improvvisazione, dell'empirismo, sono ormai tramontati e senza voler diminuire il valore dell'ingegno umano, divinatore ed inventore, si può ben affermare che esso a ben poco può giovare se non si appoggia a serietà di studî ed a metodo di ricerca.

Ancora vogliamo notare come le interessanti conclusioni dell'Emanueli, come quelle recenti, del Dott. Sacchetto, che ad esse si collegano, siano un po' il frutto di quei metodi di misura potenziometrici, applicati alle grandezze alternate, che si affermano ogni giorno più nella pratica industriale, anche se continuano ad essere più o meno ignorati dai nostri insegnamenti ufficiali!

La sospensione dei motori per trazione.

Meccanica ed elettrotecnica sono continuamente collegate pressochè in tutte le applicazioni elettriche, ed è ben raro il caso che non si presenti al costruttore contemporaneamente ad un problema elettrico lo studio di una quistione meccanica senza la risoluzione della quale nemmeno il primo si può risolvere. E' quindi necessario che ogni costruttore elettrotecnico sia qualcosa di più che un semplice dilettante di meccanica, affinchè egli possa procedere sicuramente e speditamente nella sua via, senza pregiudicare la propria conoscenza di un'arte coll'ignoranza dell'altra.

In uno dei campi della elettrotecnica però questa connessione fra problemi meccanici ed elettrici raggiunge il massimo dell'intimità, ed è nelle applicazioni di trazione. Non è raro il caso di locomotori elettrici che hanno fallita la prova per esclusiva deficienza della parte meccanica, mentre d'altra parte si deve riconoscere che un grande coefficiente per il successo del sistema trifase nella grande trazione ferroviaria fu l'invenzione della biella triangolare che facilitò grandemente la costruzione dei locomotori di elevata potenza.

E' in base a queste considerazioni che i nostri lettori leggeranno con piacere l'articolo dell'Ing. TURRINELLI nel quale si descrive un nuovo sistema di sospensione per motori di trazione. Esso fu inizialmente studiato per sostituire nei veicoli stradali elettrici la nota sospensione tramviaria (alla quale, nonostante i suoi difetti, risale tuttavia buona parte del successo delle tramvie elettriche); ma come l'A. fa osservare, può applicarsi anche a costruzioni più complesse, come ad es. ai grandi locomotori.

La soluzione proposta dall'A. appare assai ingegnosa e di una estrema semplicità, ciò che nelle applicazioni meccaniche di trazione riveste una grandissima importanza. Essa tende ad eliminare ogni possibile urto o strisciamento fra il pignone e l'ingranaggio della coppia di riduzione, sopprimendo i perniciosi effetti delle scosse che il veicolo subisce durante la sua marcia. Le prove eseguite dall'A. su veicoli soggetti a scosse ripetute (camion benzo-elettrici e simili) hanno dato risultati ottimi ed ha perciò grande interesse la possibile applicazione del nuovo sistema alla trazione elettrica su rotaie. Basterebbe che, come l'A. sostiene, si potesse, in grazia al nuovo sistema, portare i rapporti di riduzione dai valori attuali di 1/4 o di 1/5 a valori di 1/15 o di 1/20, perchè la costruzione delle automotrici elettriche venisse « rivoluzionata » con l'adozione di motori molto più veloci e quindi meno costosi e meno ingombranti.

LA REDAZIONE.

RICERCA SPERIMENTALE DELLA DISTRIBUZIONE DEL GRADIENTE DI POTENZIALE NEI CAVI TRIFASI

Ing. LUIGI EMANUELI

Comunicazione alla Sezione di Milano
15 Luglio 1921

Quanto si è scritto in questi ultimi tempi sull'argomento per opera di Atckinson, Davis ed altri ci ha indotto a render noti gli studi fatti nel Laboratorio di ricerche della Società Italiana Pirelli sia per la forma in cui risultati sono stati raggiunti, che permette la facile applicazione, sia per l'accuratezza impiegata nelle misure, che assicura una grande attendibilità dei risultati.

Le ricerche hanno consistito nella esplorazione del campo elettrostatico in una serie di cavi trifasi seguendo un metodo analogo a quello seguito da Atckinson e basato sulla corrispondenza tra i fenomeni elettrostatici e quelli di conduzione elettrica.

Consideriamo infatti da un lato una serie di superfici conduttrici elettrizzate disposte in un mezzo dielettrico e dall'altro superfici conduttrici di identica forma in un mezzo conduttore quale potrebbe essere un bagno elettrolitico, e queste superfici siano mantenute a potenziali identici a quelli delle superfici corrispondenti nel mezzo dielettrico.

La distribuzione del potenziale è la stessa nei due casi; al flusso di induzione

$$K \frac{dv}{dx} ds$$

attraverso ad una data superficie e proporzionale alla capacità induttiva specifica del mezzo, corrispondendo il flusso di corrente

$$c \frac{dv}{dx} ds$$

proporzionale alla conducibilità del mezzo.

La soluzione del problema relativo ad uno dei casi offre la soluzione dell'altro.

Abbiamo quindi costruito dei modelli di cavi nei quali al posto dell'isolante abbiamo messo un conduttore, per sperimentare il problema dinamico, infinitamente più semplice di quello elettrostatico.

In una vasca di vetro piena d'acqua che doveva fornire il mezzo conduttore erano immersi quattro elettrodi, costituenti un modello in scala molto grande di un tratto di cavo; tre elettrodi cilindrici formanti i tre conduttori, con un tubo che li circonda raffigurante il tubo di piombo del cavo. Il tratto di cavo è limitato al di sopra dalla superficie libera del liquido, al di sotto dal fondo del recipiente di vetro.

L'esplorazione del potenziale è resa facile nel seguente modo.

Come si vede nella fig. 1 la vasca di vetro riposa sopra un piano che può essere inclinato mediante le tre viti di livello A e che porta a sua volta una tavoletta T che può essere portata in piano orizzontale mediante le viti di livello B. Sulla tavoletta è fissato un foglio di disegno e su di essa può scorrere una riga R che è rappresentata a parte nella fig. 2.

La riga è doppia, formata cioè da due righe mantenute ad una certa distanza da blocchetti di legno. Una delle due righe può scorrere sulla tavoletta mentre l'altra viene a trovarsi sotto la tavoletta stessa come si vede dalla fig. 1.

Alla riga inferiore è fissato un pendolino, formato da un cilindretto pesante, sospeso ad un sottile filo metallico, e portante, sul prolungamento di questo, un comune ago da cucire. La punta dell'ago per la lunghezza di 3 o 4 mm è immersa nel liquido e forma l'organo di esplorazione del potenziale. Sulla riga superiore scorrente sul tavolino è fissata una lastrina di ottone che appoggia sul foglio di disegno.

In essa lastrina è praticato un forellino che, a tavoletta livellata, ha il suo centro sul prolungamento del filo a piombo formante l'organo esploratore. In questo modo il punto esplorato può essere con molta precisione fissato sul disegno.

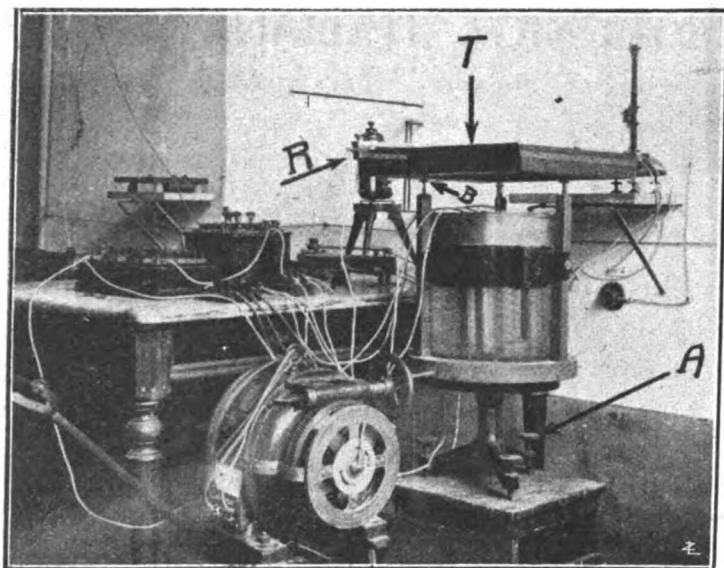



Fig. 1. — Disposizione degli apparecchi usati per l'esplorazione del campo.

Non entro in dettagli per descrivere come si possa verificare che tutte le condizioni per l'esattezza del metodo siano soddisfatte perchè sono evidenti di per sè.

Curata la perpendicolarità degli elettrodi movendo le viti di livello A del tavolino che porta la vasca, (cosa del resto che non è

Fig. 2. — Riga doppia con lastrina metallica forata, pendolino ed ago usati nell'apparecchio di riproduzione sul disegno delle linee equipotenziali.

necessario eseguire con grande precisione data la piccola lunghezza dell'ago di esplorazione), livellato il tavolino T, vengono riportati sul disegno gli elettrodi usando dello stesso sistema di esplorazione; dopo di chè si è pronti per il rilievo del potenziale nei diversi punti. Prima di indicare quale sia il metodo seguito per la misura del potenziale dirò che si è sempre proceduto nel modo seguente. Determinata la condizione di equilibrio per un determinato potenziale si spostava il pendolino, mantenendo la condizione di equilibrio elettrico; si percorreva così una linea equipotenziale che veniva riportata per punti sul foglio di disegno fissato alla tavoletta.

Per evitare i fenomeni di elettrolisi i potenziali dei tre conduttori del cavo erano alternati sinusoidali alla frequenza di 42 periodi. Tuttavia si sono incontrate notevoli difficoltà per ridurre a valori trascurabili la forza elettromotrice di polarizzazione. Si è raggiunta una condizione di cose soddisfacenti usando elettrodi nichelati, acqua distillata del commercio come elettrolita, ed una tensione tra gli elettrodi molto più elevata di quella usata da altri e precisamente dell'ordine di 120 Volt. Vennero eseguite numerose verifiche esplorando la distribuzione del potenziale tra due elettrodi cilindrici a sezione circolare concentrici raffiguranti un cavo ad un solo conduttore.

In questo caso la distribuzione del potenziale è perfettamente calcolabile e i risultati sperimentali controllabili. Le differenze trovate fra i valori calcolati del gradiente di potenziale nei diversi punti e quelli dedotti dalla misura non hanno mai superato il 2%, esattezza che abbiamo ritenuto sufficiente.

Per determinare la distribuzione del potenziale in un cavo trifase, anzichè applicare ai tre elettrodi un sistema di tensioni trifasi e determinare in ciascun punto il potenziale in grandezza ed in fase, si è preferito procedere nel modo seguente:

Le tre tensioni da applicare ai tre conduttori del modello del cavo sono state ricavate dai tre estremi secondari di uno sfasatore trifase il cui primario era alimentato in monofase. Il che equivale ad avere tre bobine spostate di 120 gradi che possono essere orientate comunque in un campo magnetico alternato. Per le differenti posizioni del rotore dello sfasatore le tre tensioni secondarie naturalmente in fase fra di loro, assumevano quindi dei valori efficaci corrispondenti alla proiezione sopra un'asse verticale di tre vettori spostati l'uno rispetto all'altro di 120°. In questo modo si poteva alimentare il modello di cavo con tre tensioni alternate sinusoidali, i valori efficaci delle quali corrispondevano ai valori instantanei di un sistema trifase. L'esame di un periodo completo poteva essere fatto rilevando i potenziali nei diversi punti del cavo per diverse posizioni del rotore dello sfasatore spostate tra di loro di una conveniente porzione di giro.

Data la simmetria del cavo trifase e del sistema di tensioni applicate, si è visto che era necessario rilevare i punti solo entro 1/12 di periodo, nei limiti del quale si sono fatti rilievi di 5 in 5 gradi. Per ogni modello di cavo si sono così costruite sei tavole rappresentanti le linee equipotenziali di decimo in decimo della tensione massima applicata.

Resta ora a descrivere il procedimento usato per determinare il potenziale del punto esplorato. Ci riferiamo allo schema della fig. 3 nella quale si vede lo sfasatore alimentato in monofase che alimenta a sua volta il modello di cavo. Tra il centro ed uno dei conduttori è derivata una resistenza molto grande (ohm 100 000) lungo la quale si ricerca la differenza di potenziale da opporre a quella esistente tra il punto nel quale si trova l'ago esploratore e il cilindro esterno assunto come a potenziale zero. Tra l'ago e il punto mobile della resistenza è inserita la bobina mobile di un elettrodinamometro del tipo studiato dal Prof. Barbagelata e dallo scrivente. Le bobine fisse sono alimentate da una corrente separata, in fase colla corrente alimentante il cavo.

La sensibilità del metodo era nelle condizioni descritte assai elevata e permetteva una accuratezza assai superiore a quella che si poteva raggiungere nel tracciare sul disegno la distribuzione del campo.

L'unire alla presente pubblicazione tutte le tavole sarebbe stato un lavoro lungo e forse superfluo, e abbiamo creduto preferibile riunire in forma di tabella i risultati più interessanti, espressi direttamente col valore del gradiente nei punti dove questo è massimo o dove offre particolare interesse in relazione alla costruzione del cavo.

Ad ogni modo per dare un'idea della distribuzione del campo nei cavi trifasi riportiamo alcune tavole nelle quali sono pure contenute le indicazioni atte ad illustrarle (figure 4-5-6-7-8-9-10-11-12).

I gradienti furono ricavati tracciando sulle tavole sperimentali una retta passante per il punto dove interessa il gradiente e nella direzione perpendicolare alla linea di livello in quel punto. Si tracciava quindi un diagramma nel quale le ascisse rappresentavano le lunghezze misurate sulla retta stessa partendo da una origine scelta opportunamente, in ordinate i valori del potenziale rilevati sul disegno nei punti dove le linee di livello tagliavano la retta segnata. Si tracciava quindi la curva derivata rappresentante i valori $\frac{d.v}{d.x}$ e quindi il gradiente. In questo modo si otteneva maggiore accuratezza nella interpolazione tra due linee di livello.

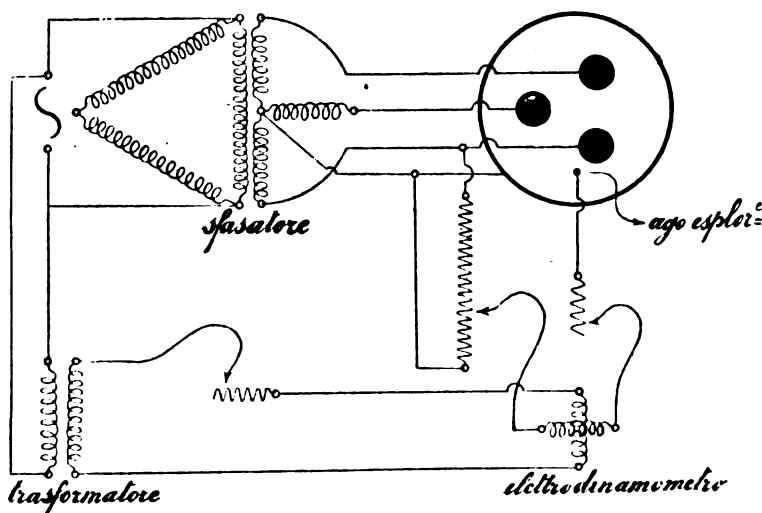



Fig. 3. — Disposizione schematica degli apparecchi per l'esplorazione del campo.

Per i gradienti tangenziali alle superfici delle anime si sono tracciati sulle tavole i circoli rappresentanti la intersezione delle superfici delle anime col piano del disegno e portata in diagramma la distribuzione del potenziale in funzione della lunghezza dell'arco dei circoli segnati partendo da un punto arbitrario. Derivando la curva si otteneva il gradiente lungo la superficie dell'anima.

Nei punti vicini alla superficie dei conduttori per maggior accuratezza si misurò il potenziale e si determinò la distanza dal conduttore con un catetometro essendo troppo incerto il valore della distanza stessa misurato sul disegno.

b) Il gradiente tangenziale massimo che si verifica nel tratto compreso tra i punti di tangenza delle tre anime (fig. 13, b).

c) Il gradiente radiale nel punto di tangenza delle anime come segnato nella figura 13, c.

Fig. 4-5-6-7-8-9-10. — Cavo trifase alimentato in trifase. - Sezione retta delle superfici equipotenziali in vari istanti del periodo.
Fig. 11. — Idem. - Istante in cui una fase passa per il valore 0.
Fig. 12. — Cavo trifase alimentato in monofase: due conduttori collegati al piombo

I gradienti che maggiormente interessano sono i seguenti:

a) Il gradiente radiale massimo che si verifica sempre presso la superficie del conduttore a potenziale più alto, lungo una retta passante per il centro del conduttore ed un punto compreso tra il centro del cavo ed il punto di tangenza dell'anima a potenziale più alto con una delle altre due (fig. 13, a). L'istante del periodo in cui il massimo si verifica corrisponde al potenziale 1 per uno dei conduttori e — 0,5 per gli altri due.

d) Il gradiente tangenziale nello stesso punto lungo la superficie tra le anime e i riempitivi esterni (fig. 13, d).

Questi gradienti e il loro variare durante il periodo sono segnati nella Tabella I. come risultarono dagli esperimenti fatti. Le figure 14-15-16 servono d'illustrazione alla tabella.

Descritto così il metodo di ricerca non resta che esporre i risultati ottenuti.

Si fece il rilievo della distribuzione del potenziale su 5 modelli

di cavo trifase del tipo normale e cioè con spessore uguale tanto per i conduttori, quanto tra i conduttori e il piombo, ottenendo come risultato delle tavole mostranti le linee equipotenziali nei varî casi considerati.

TABELLA I.

CAVO	Istante considerato	SOLLECITAZIONE NORMALE								UNA FASE A TERRA								Istante considerato
		Gradiente radiale massimo		Gradiente tangenziale massimo						Gradiente radiale massimo		Gradiente tangenziale massimo						
		Tensione di fase del cond.	Grad.	Tensione 1° cond.	Cond.	Tensione 2° cond.	Grad.	Tensione 3° cond.	Grad.	Tensione di fase del cond.	Grad.	Tensione 1° cond.	Grad.	Tensione 2° cond.	Grad.	Tensione 3° cond.	Grad.	
	a	+ 1	0.05	+ 1	0.0028	— 0.5	0.0068	— 0.5	0.0068	+ 1.500	0.060	0	0.0079	+ 1.500	0.0072	+ 1.500	0.0072	*a'*
	b	+ 0.996	0.049	+ 0.996	0.0035	— 0.574	0.0065	— 0.423	0.0070	+ 1.732	0.064	0	0.0080	+ 0.866	0.0081	+ 1.732	0.0045	*b'*
D = 330 mm.	*c*	+ 0.985	0.049	+ 0.985	0.0036	— 0.643	0.0058	— 0.342	0.0072	+ 1.500	0.060	0	0.0065	0	0.0065	+ 1.500	0.0006	*c'*
d_r = 20 "	*d*	+ 0.966	0.048	+ 0.966	0.0036	— 0.707	0.0051	— 0.259	0.0073	+ 0 866	0.045	0	0.0074	— 0.866	0.0042	+ 0.866	0.0042	*d'*
s = 91 "	*e*	+ 0.940	0 047	+ 0.940	0.0037	— 0.766	0.0047	— 0.174	0.0073									
	f	+ 0.906	0.046	+ 0.906	0.0038	— 0.819	0.0046	— 0.087	0.0074									
	g	+ 0.866	0.045	+ 0.866	0.0042	— 0.866	0.0042	0	0.0074									
D = 330 mm.	*a*	+ 1	0.046	+ 1	0.0031	— 0.5	0.0075	— 0.5	0.0075	+ 1.732	0.058	0	0.0081	+ 0.866	0.0080	+ 1 732	0.0034	*b'*
d_r = 27 "	*g*	+ 0.866	0.042	+ 0.866	0.0041	— 0.866	0.0041	0	0.0087	+ 1.500	0.054	0	0.0074	0	0.0074	+ 1.500	0.0007	*c'*
s = 86 "										+ 0.866	0.042	0	0.0087	— 0.866	0.0041	+ 0.866	0.0041	*d'*
	a	+ 1	0.038	+ 1	0.004	— 0.5	0.0096	— 0.5	0.0096	+ 1.500	0.042	0	0.0098	+ 1.500	0.0096	+ 1.500	0.0096	*a'*
	b	+ 0.996	0.038	+ 0.996	0.0043	— 0.574	0.0091	— 0.423	0.0102	+ 1.732	0.0485	0	0.0097	+ 0.866	0.0104	+ 1.732	0.0059	*b'*
D = 330 mm.	*c*	+ 0.985	0.037	+ 0.985	0.0046	— 0.643	0.0080	— 0.342	0.0102	+ 1.500	0.042	0	0.0095	0	0.0095	+ 1.500	0.0015	*c'*
d_r = 45 "	*d*	+ 0.966	0.036	+ 0.966	0.0047	— 0.707	0.0075	— 0 259	0.0107	+ 0.866	0.034	0	0.0110	— 0.866	0.0054	+ 0.866	0.0054	*d'*
s = 74 "	*e*	+ 0.940	0.036	+ 0.940	0.0050	— 0.766	0.0070	— 0.174	0.0108									
	f	+ 0.906	0.035	+ 0.906	0.0052	— 0.819	0.0063	— 0.087	0.0109									
	g	+ 0.866	0.034	+ 0.866	0.0054	— 0.866	0.0054	0	0.0110									
	a	+ 1	0.035	+ 1	0.0047	— 0.5	0.0110	— 0.5	0.0110	+ 1.500	0.038	0	0.0097	+ 1.500	0.0109	+ 1.500	0.0109	*a'*
	b	+ 0.996	0.035	+ 0.996	0.0051	— 0.574	0.0103	— 0.423	0.0111	+ 1.732	0.043	0	0.0116	+ 0.866	0.0128	+ 1.732	0.0068	*b'*
D = 330 mm.	*c*	+ 0.985	0.033	+ 0.985	0.0056	— 0.643	0.0094	— 0.342	0.0116	+ 1 500	0.038	0	0.0106	0	0.0106	+ 1.500	0.0028	*c'*
d_r = 60 "	*d*	+ 0.966	0.033	+ 0.966	0.0059	— 0.707	0.0088	— 0.259	0.0118	+ 0.866	0.032	0	0.0122	— 0.866	0.0065	+ 0.866	0.0065	*d'*
s = 64 "	*e*	+ 0.940	0.033	+ 0.940	0.0059	— 0.766	0.0078	— 0.174	0.0120									
	f	+ 0.906	0.032	+ 0.906	0.0062	— 0.819	0.0075	— 0.087	0.0121									
	g	+ 0.866	0.032	+ 0.866	0.0065	— 0.866	0.0065	0	0.0122									
D = 330 mm.										+ 1.732	0.043	0	0.0125	+ 0.866	0.0138	+ 1.732	0.0066	*b'*
d_r = 74 "	*a*	+ 1	0.036	+ 1	0.0060	— 0.5	0.0120	— 0.5	0.0120	+ 1.500	0.038	0	0.0118	0	0.0118	+ 1.500	0.0020	*c'*
s = 54 "	*g*	+ 0.866	0.035	+ 0.866	0 0070	— 0.866	0.0070	0	0.0125	+ 0.866	0.035	0	0.0125	— 0.866	0.0070	+ 0.866	0.0070	*d'*

I risultati esposti in forma di tabella non sono comodi per il calcolo del cavo trifase, meglio è esprimerli in forma di curve basandoci sui seguenti concetti:

Consideriamo innanzi tutto due cavi tali che le loro sezioni siano figure simili: basta che siano nello stesso rapporto di similitudine k i diametri dei conduttori d_1 e d_2 o i due spessori isolanti:

$$\frac{d_2}{d_1} = \frac{s_2}{s_1} = k\,.$$

Supposto di conoscere il gradiente g_1 di potenziale in un determinato punto del primo, è facile calcolare il gradiente g_2 nel punto corrispondente, del secondo.

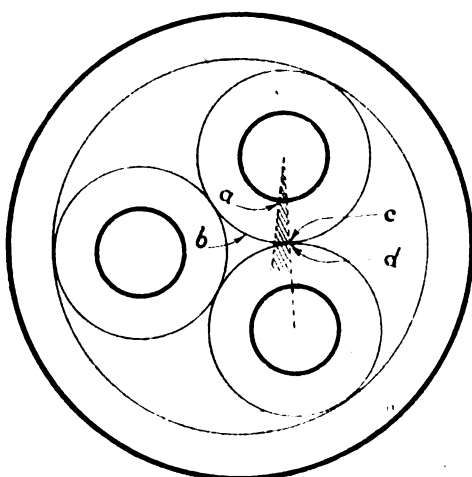



Fig. 13. — Sollecitazioni in punti particolari. *a)* gradiente radiale massimo; *b)* gradiente tangenziale massimo; *c)* gradiente radiale nel punto di tangenza anime; *d)* gradiente tangenziale nel punto di tangenza anime.

Infatti supponiamo dapprima che le differenze di potenziale in giuoco siano le stesse per i due casi. Il gradiente di potenziale in un punto della prima figura è il rapporto tra la differenza di potenziale tra due punti infinitamente vicini e la distanza tra i due punti: nella seconda figura immaginiamo di considerare i due punti corrispondenti, la differenza di potenziale sarà la stessa ma la distanza sarà variata nel rapporto di similitudine, quindi il gradiente della seconda sta a quello della prima nel rapporto inverso di similitudine delle due figure

$$g_2 = g_1 \frac{s_1}{s_2} = g_1 \frac{d_1}{d_2}\,.$$

Se immaginiamo ora che le differenze di potenziale applicate ad uno dei cavi siano in un rapporto costante h con quelle del secondo

$$\frac{v_1}{v_2} = h$$

è evidente che

$$g_2 = g_1 \frac{s_1}{s_2} \frac{v_2}{v_1} = g_1 \frac{d_1}{d_2} \frac{v_2}{v_1}$$

ossia:

$$\frac{g_2}{\frac{v_2}{s_2}} = \frac{g_1}{\frac{v_1}{s_1}} = \frac{g}{\frac{v}{s}} = \text{costante.}$$

Possiamo chiamare $\frac{v}{s}$ il gradiente medio e concludere che per figure simili il rapporto del gradiente, in punti corrispondenti, al gradiente medio è costante.

E' evidente che per cavi trifasi normali le sezioni sono figure simili se i rapporti $\frac{s}{d_r}$ sono uguali, si può dunque dire che per ogni valore di $\frac{s}{d_r}$ è determinato il valore $\frac{g}{\frac{v}{s}}$ per i diversi punti del cavo.

E' in questo modo facile costruire delle curve come quelle della fig. 17 che possono considerarsi come l'espressione più completa del risultato del presente studio.

In queste curve per la tensione v si è scelto il valore efficace della tensione tra due fasi e nella forma anzidetta sono espressi i valori

a) del gradiente radiale massimo,
b) del gradiente tangenziale massimo,
c) del gradiente radiale nel punto di tangenza delle anime
d) del gradiente tangenziale nel punto di tangenza delle anime.

E' ovvio l'importanza di *a*). I valori di *b*) sono pure assai interessanti; anzi si è molto scritto intorno alle sollecitazioni tangenziali alle

superfici delle anime. I valori rappresentati da *b*) si riscontrano come si è detto nell'intervallo completo tra i tre punti di contatto delle anime dove è molto facile assicurare una buona aderenza tra il riempitivo e le anime stesse. Secondo noi dato il piccolo valore di questo gradiente di fronte al radiale e data la posizione meccanicamente buona non vi è da preoccuparsene. Non è così per quanto riguarda i gradienti *c*) i quali sono più forti dei tangenziali e interessano un tratto dell'anima (vedi fig. 13) dove è possibile solo con una accurata costruzione di assi-

Fig. 14 - 15 - 16. — Figure illustrative della Tabella I.

curare un perfetto riempimento con un materiale non avente superfici parallele alla direzione della sollecitazione.

La Ditta Pirelli è stata la prima ad usare la carta impregnata per la costruzione dei riempitivi nel 1912; alcune Ditte usano ancora oggi la juta, materiale sul quale si deve contare assai poco, essendo la rigidità dielettrica circa 1/4 di quella della carta, mentre la sollecitazione nella gran parte dei cavi (essendo $\frac{s}{d_r} = 1$) è circa la metà di quella a cui è sottoposta la carta; abbiamo riscontrato parecchie volte delle carbonizzazioni nell'isolante dovute al gradiente *c*) per cattivo contatto tra il riempitivo e le anime e siamo del parere che il punto debole del cavo trifase è proprio questo.

Le sollecitazioni tangenziali *d*) sono di scarso interesse per la loro piccola entità; sarebbero da prendersi in considerazione solo nel caso in cui il contatto tra i riempitivi e le anime non fosse buono, ma come abbiamo visto diviene allora importante il gradiente radiale che è più grande del rapporto tra la rigidità perpendicolare alla superficie della carta e quella superficiale.

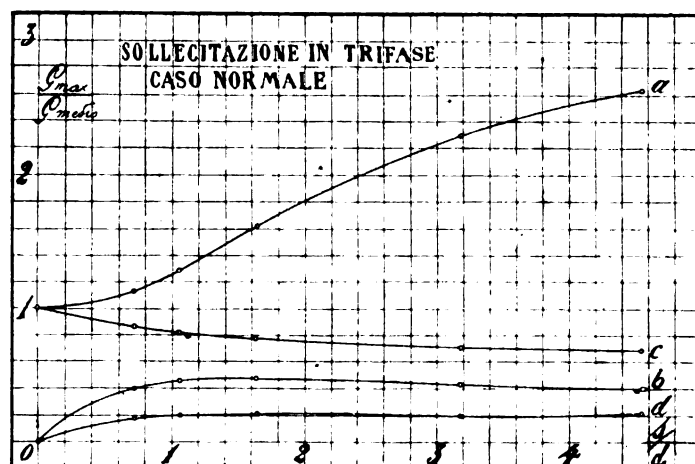



Fig. 17. — Curva dei valori del rapporto $\frac{G_{max}}{G_{medio}}$ in funzione di $\frac{s}{d_r}$ per il caso normale.

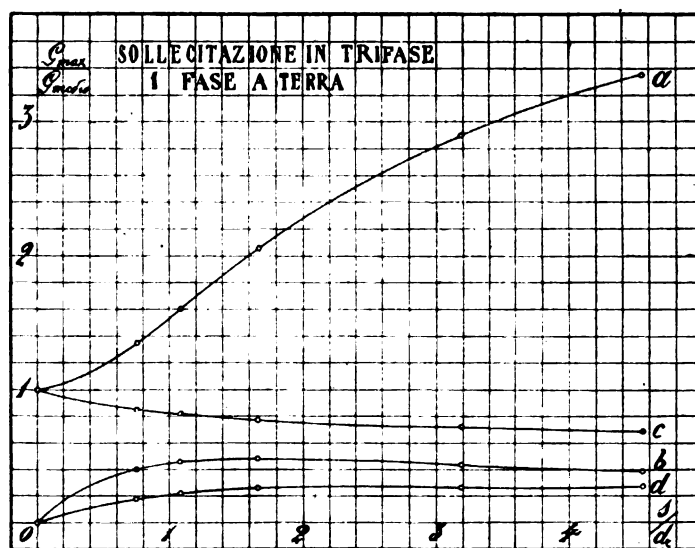



Fig. 18. — Curva dei valori del rapporto $\frac{G_{max}}{G_{medio}}$ in funzione di $\frac{s}{d_r}$ nel caso d'una fase a terra.

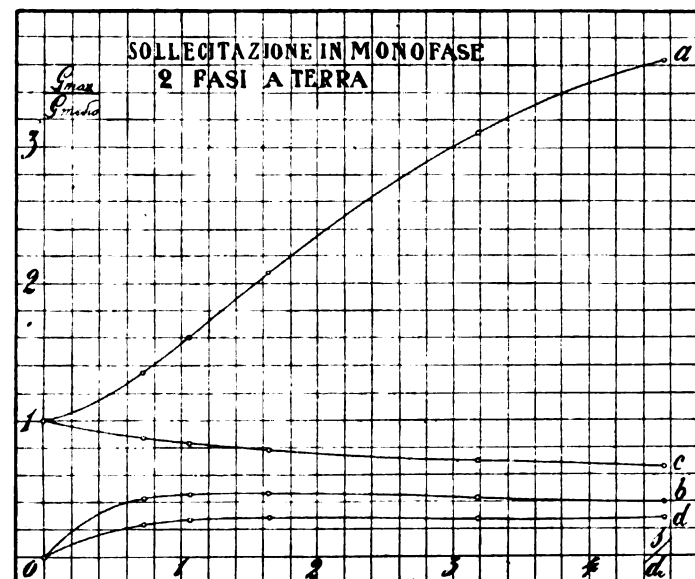



Fig. 19. — Curva dei valori del rapporto $\frac{G_{max}}{G_{medio}}$ in funzione di $\frac{s}{d_r}$ nel caso di due fasi a terra.

Le curve delle figure 18, 19 permettono di calcolare i gradienti oltre che per il funzionamento normale in trifase anche per altri due

casi interessanti; primo, con una fase a terra, condizione che può facilmente realizzarsi in un impianto, per quanto per breve tempo; secondo, con due conduttori collegati alla terra; questa condizione di cose si realizza quasi sempre nelle prove di alta tensione dei cavi trifasi durante le quali si provano alternativamente i tre conduttori, ciascuno contro gli altri due e il piombo. Come si vede dalla curva, a parità di tensione concatenata il gradiente di potenziale è nella sollecitazione trifase del 25% al 35% più basso che nella sollecitazione con un conduttore contro gli altri due ed il piombo messi a terra. A questo punto non si è finora data la necessaria importanza.

Colle curve della fig. 20 è facile calcolare quale deve essere la proporzione fra spessore isolante e diametro del conduttore perchè

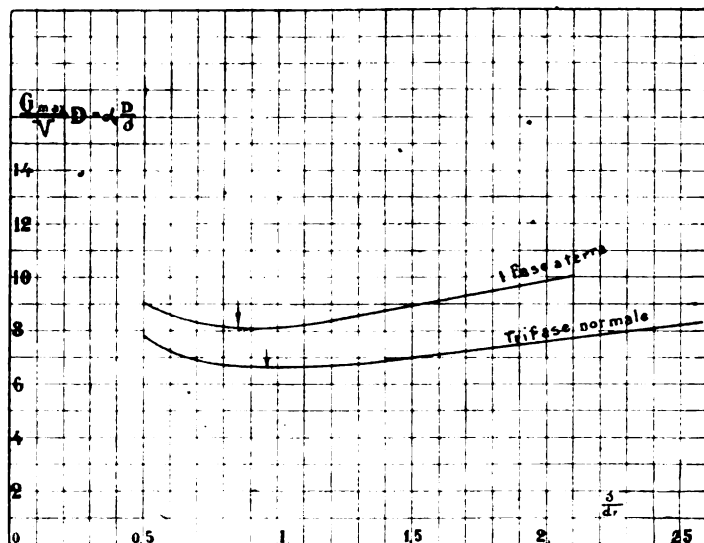



Fig. 20. — Valori del diametro totale del cavo trifase in funzione di $\frac{s}{d_r}$ dati il gradiente radiale massimo e la tensione applicata.

il cavo risulti del minor diametro e quindi del minor costo. Sola incertezza è quella riguardante il gradiente di potenziale che si assume come punto di partenza.

Il diametro esterno del cavo è dato da

$$D = \left(d_r + s\right)\frac{2}{\sqrt{3}} + d_r + s + s$$

ossia

$$D = d_r\left(\frac{2}{\sqrt{3}} + 1\right) + s\left(\frac{2}{\sqrt{3}} + 2\right) = 2.15\ d_r + 3.15\ s$$

donde si ha subito

$$\frac{s}{d_r} = \frac{2.15}{\frac{D}{s} - 3,15} \qquad (1)$$

D'altra parte le curve della fig. 8 ci permettono di conoscere per ogni $\frac{s}{d_r}$ il valore di:

$$\frac{\frac{g}{v}}{s} = \alpha$$

da cui, moltiplicando ambo i membri per $\frac{D}{s}$ avremo:

$$g\,\frac{D}{v} = \alpha\,\frac{D}{s} \qquad (2)$$

Possiamo allora procedere come segue:

Fissato un valore di $\frac{D}{s}$ calcoliamo il corrispondente $\frac{s}{d_r}$ colla (1): chiamo sulle curve il corrispondente α e colla (2) calcoliamo il valore $g\,\frac{D}{v}$.

Possiamo allora portare in curva i valori così trovati in funzione di $\frac{s}{d_r}$.

Il minimo valore della funzione $g\,\frac{D}{v}$ corrisponderà al minimo di g se assumiamo D e v costanti, oppure al minimo di D per dati g e v, oppure al massimo di v per dati g e D.

Nella fig. 20 sono segnate le curve in parola, per le quali i valori di α sono dedotti, nel modo indicato, dai diagrammi delle figure 17 (trifase normale) e 18 (una fase a terra).

Il minimo varia da $\frac{s}{d_r}$ eguale a 0,95 nel primo caso a 0,85 nel secondo; però il minimo è così poco accentuato che lascia largo campo di variazioni pur variando il valore di $\frac{g}{v}D$ entro limiti ristrettissimi. Si può dire che approssimativamente deve essere s eguale a d_r per avere la condizione di maggior tornaconto.

Dalle curve della fig. 20 si può anche ricavare, dato il gradiente di potenziale ammissibile, quale è il diametro minimo di un cavo per una data tensione. Ritenendo ad esempio che il minimo corrisponda ad un valore di $\frac{s}{d_r} = 1$ il valore di $g\,\frac{D}{v}$ è 6,7 quindi

$$D = 6{,}7\ \frac{v}{g};$$

si possono quindi per tal caso ricavare subito i diagrammi della fig. 21 nella quale per diversi valori di g sono segnati i diametri minimi sotto il tubo di piombo in funzione della tensione di esercizio. I corrispondenti valori di s e d si ricavano dalla (1) e da $\frac{s}{d_r} = 1$. Ritenendo che il massimo diametro costruibile per ragioni meccaniche (quali flessibilità per l'avvolgimento in bobine, matrice del torchio a piombo, ecc.) sia di mm 120, con un gradiente massimo di 4000 volt per millimetro non risulta possibile costruire un cavo per una tensione superiore a volt 72 000.

*

Le ricerche di cui sopra sono state eseguite su cavi del tipo comune, cioè con spessore isolante tra le fasi identico a quello verso terra. In molti casi però, specialmente in impianti col centro a terra, si usa ridurre lo spessore dell'isolante verso terra. Abbiamo creduto perciò interessante estendere le ricerche anche a questo caso; si è fissato un rapporto di 0,75 costante tra lo spessore dell'isolante verso terra e quello tra le fasi e si sono eseguite le esperienze su una serie di modelli di cavi.

Le curve dei gradienti interessanti in funzione di $\frac{s}{d_r}$ dove s è lo spessore tra le fasi, sono segnate nella fig. 22.

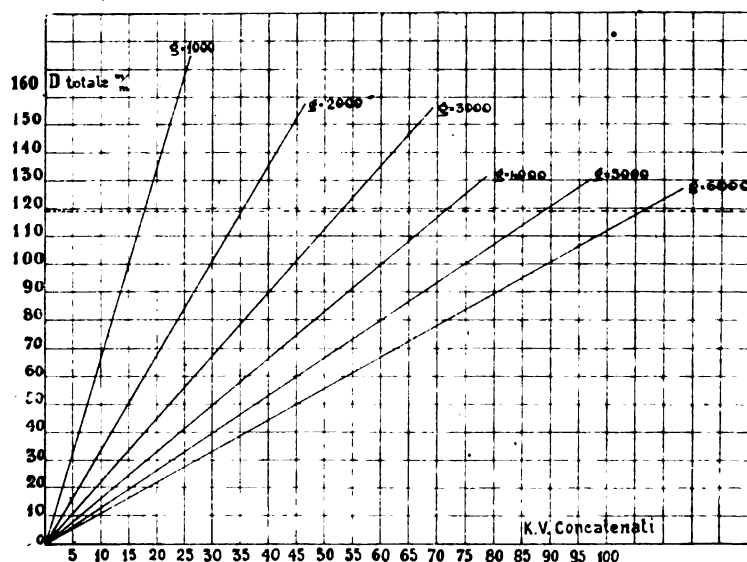



Fig. 21. — Valori minimi del diametro totale del cavo trifase in funzione della tensione applicata per dati valori del gradiente massimo.

Tranne gradienti che hanno la loro azione verso terra (nel funzionamento trifase con una fase a terra e in monofase con due conduttori a terra) gli altri gradienti non sono variati di molto (¹).

(¹) Il valore del gradiente medio vero da introdurre nel rapporto $\frac{G_{max}}{G_{medio}}$ dovrebbe essere $\frac{v}{s}$ dove v è la tensione tra quei conduttori (rame o Pb) rispetto ai quali si ha la sollecitazione massima ed s lo spessore isolante fra essi compreso. Però per confrontare tra loro i vari casi riesce più comodo esprimere sempre il gradiente medio col rapporto tra la tensione concatenata e lo spessore isolante normale tra due conduttori di rame; quindi nei casi in cui il gradiente medio vero non sia quest'ultimo bisognerà moltiplicare il rapporto $\frac{G_{max}}{G_{medio\ vero}}$ per un certo fattore che si calcola subito quando si conosca la v applicata in funzione di quella concatenata e lo spessore ridotto in funzione di quello normale.

★

E' stata studiata con lo stesso metodo la distribuzione del campo elettrostatico intorno ad una corda anzichè intorno ad un filo liscio; e per ragioni di semplicità anzichè studiare il caso più complesso di un cavo trifase, è studiato quello di un cavo monofase. Si vedrà in

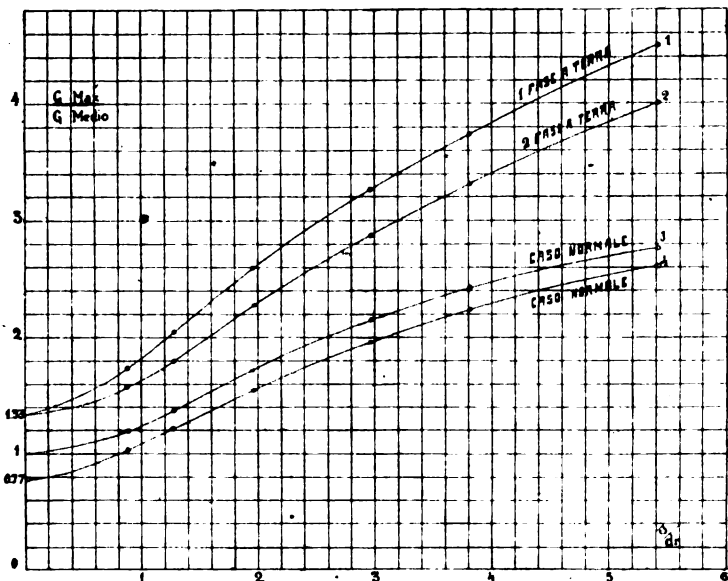



Fig. 22. — Valori del rapporto $\frac{G_{max}}{G_{medio}}$ in funzione di $\frac{s}{d_r}$ per il caso di uno spessore isolante verso il Pb metà di quello tra conduttori.

1 - Valori del rapporto con 1 fase a terra (la sollecitazione max è verso il Pb).
2 - " " " " 2 fasi a " " " " " " "
3 - " " " nella sollecitazione trifase normale (la sollecitazione max è tra due conduttori).
4 - " " " in cui per G_{max} deve intendersi il gradiente massimo verso il Pb nella sollecitazione trifase normale.

seguito che i risultati sono applicabili anche al cavo trifase. Si studiò dunque la distribuzione del campo intorno ad un solo conduttore composto di 7,19 e 37 fili elementari posto al centro di un cilindro di diametro diverso in modo da avere diversi rapporti di $\frac{s}{d_r}$. La corda è stata sempre a passo infinito.

Abbiamo segnato nelle fig. 23 e 24 la distribuzione del potenziale

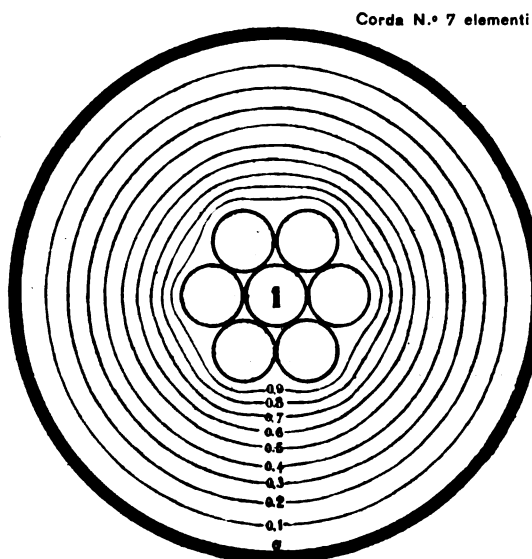



Fig. 23.

quale fu rilevata intorno a due diverse corde per uno stesso valore del diametro del cilindro esterno raffigurante il piombo del cavo.

Nelle fig. 25 e 26 è segnato l'andamento del gradiente per le due corde.

In tutti i casi studiati il gradiente alla superficie è calcolato nel seguente modo: si è cercato presso al conduttore una linea equipotenziale che per un certo tratto si potesse ritenere concentrica ad uno dei fili componenti la corda. Si è allora calcolato il gradiente alla superficie come per un ordinario condensatore cilindrico del quale le due armature sono formate rispettivamente dalla superficie del conduttore e dal tratto di linea equipotenziale.

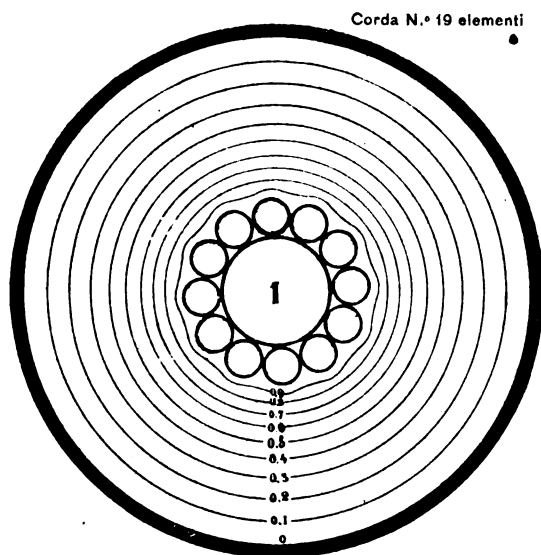



Fig. 24.

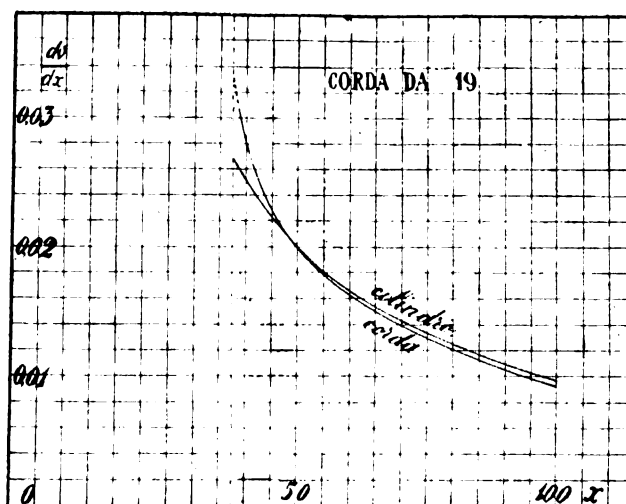
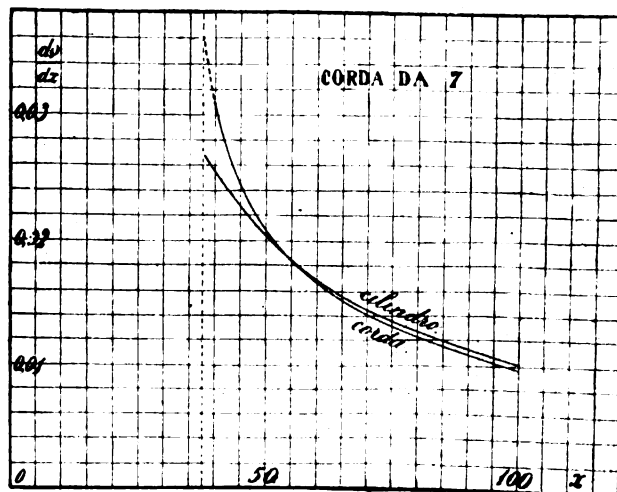



Fig. 25 e 26. — Confronto tra i gradienti nel caso di cavi con conduttori lisci e con conduttori cordati.

I risultati ottenuti non sono molto discordanti da quelli che si possono calcolare colle formule di Levi Civita ([1]) e si può dire che nei limiti dell'approssimazione disponibile le confermano pienamente.

([1]) « Rendiconti Circolo Matematico di Palermo », anno XX, 1905, parte I, pagg. 173-228.

E' però interessante di fare qualche considerazione sulla distribuzione del gradiente, non alla sola superficie del conduttore cordato, ma in tutto lo spessore isolante.

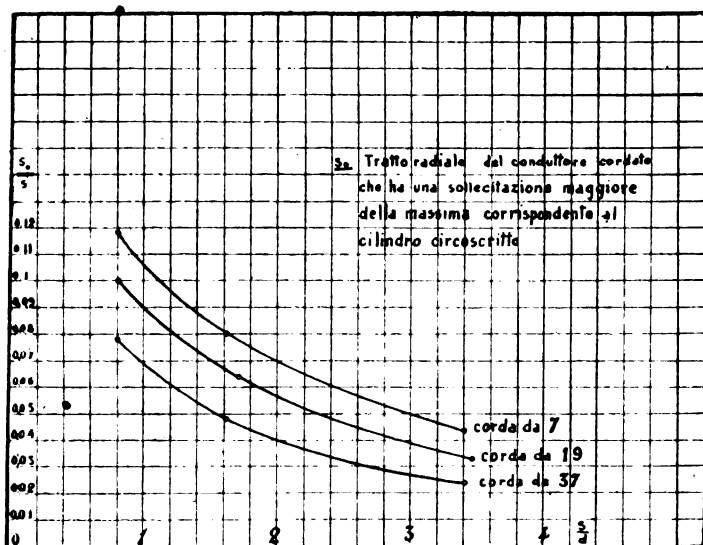



Fig. 27. - Frazione dello spessore isolante, nel cavo con conduttore cordato, sollecitata maggiormente che nel cavo con conduttore liscio.

Calcolando colle formule del Prof. Levi Civita opportunamente modificate quale è il rapporto tra il gradiente alla superficie dei fili e quello che si avrebbe alla superficie del circolo circoscritto, si ha un valore che cresce col numero dei fili della corda e per un numero di fili infinito si arriva ad un valore 1,39.

A prima vista sembrerebbe invece più esatto che diventando infiniti, e quindi infinitamente piccoli, i fili della corda, la superficie della corda prendesse l'aspetto di una superficie liscia e il rapporto anzidetto diventasse 1. Bisogna però pensare che l'intervallo di isolante nel quale il gradiente è superiore a quello della superfificie liscia per un numero di fili infinito diventa infinitamente piccolo perchè molto probabilmente non supera di molto la metà del diametro del conduttore elementare. Si ha così una condizione indeterminata di un gradiente alto per uno spazio infinitamente piccolo, e si intuisce così come in realtà la superficie liscia coincida, agli effetti del gradiente, colla superficie limite della corda per un numero infinito di fili infinitamente piccoli. Probabilmente già per le corde comuni a molti fili lo spessore chiamato prima s_0 è così ridotto, che agli effetti pratici la corda equivale al conduttore liscio.

La piccolezza dello spazio interessato da queste sollecitazioni ci giustifica anche di non avere esteso la ricerca ai cavi trifasi.

A complemento di quanto abbiamo esposto riteniamo interessante pubblicare alcuni dati su cavi per alta tensione in esercizio fabbricati dalla « Società Italiana Pirelli » con l'indicazione dei gradienti massimi corrispondenti sia nel caso della sollecitazione in trifase normale che in quello della sollecitazione in monofase nella prova di tensione.

TABELLA II.

CAVI PER ALTA TENSIONE IN ESERCIZIO FABBRICATI DALLA "SOCIETÀ ITALIANA PIRELLI"

TIPO R. (Carta impregnata).

Tipo cavo (Numero dei conduttori e sezione in mmq.)	Società	Località	Tensione d'esercizio (concatenata) volt.	Tensione di prova in monofase volt.	Diametro del conduttore d_r mm.	Spessore isolante s mm.	Rapporto $\frac{s}{d_r}$	Gradiente max nella sollecitazione normale volt/mm.	Gradiente max nella sollecitazione di prova in monofase volt/mm.	Note
3 × 95	Ebro	Barcellona	25000	75000	12,6	12,-	0,94	2550	9500	anno 1913
3 × 50	Ferrovie Stato Italiane	Linea dei Giovi	27500	80000	9,2	14,-	1,54	2880	11400	» 1914 mt. 50000
3 × 40	Edison	» Monza-Lecco	22000	40000	8,2	12,-	1,48	2820	6500	» 1913 » 60000
3 × 70	The Ontario	Niagara	12000	30000	10,8	9,5	0,88	1460	4600	« 1909
3 × 50	Compagnie Hellénique	Atene	6000	15000	9,2	5,5	0,6	1180	3420	
3 × 90	Officine Elettriche	Genova	12000	25000	12,2	8,-	0,65	1650	4050	
3 × 50	Napoletana	Napoli	10000	25000	9,2	6,-	0,65	1820	5400	
1 × 70	Alta Italia	Torino	38000	80000	17,-	17,-	1,—	2350	8500	
1 × 50	Alta Italia	Torino	38000	85000	13,5	16,4	1,21	2480	9600	
1 × 50	Catalana	Barcellona	50000	75000	13,-	14,-	0,9	3500	9000	anno 1914 mt. 15000
1 × 95	Räthische Bahn	Svizzera	12000	40000	12,6	7,5	0,6	1400	8000	» 1919 » 6700
3 × 120	Clyde Walley	Inghilterra	33000	66000	15,-	13,-	0,87	3050	7300	
3 × 30	Carburo di Calcio	Roma	30000	50000	7,1	14,-	1,97	3830	8300	
3 × 50	Officine Comunali	Trieste	25000	50000	9,3	12,-	1,29	2960	7600	
3 × 20	Officine Elettriche Conti	Monza	25000	60000	5,9	14,-	2,38	3540	11200	
3 × 50	Officine Elettriche Conti	Monza	25000	60000	9,5	14,-	1,47	2700	8300	
3 × 60	Officine Elettriche Conti	Monza	25000	60000	10,-	14,-	1,4	2640	8100	
3 × 150	Officine Elettriche Conti	Monza	25000	60000	15,9	14,-	0,88	2120	6250	
3 × 30	Fonderie Milanesi	Milano	25000	50000	7,45	14,-	1,88	3100	8100	
3 × 25	Mineraria	Firenze	20000	60000	6,4	13,-	2,03	2800	12200	
3 × 250	Ligure Toscana	Livorno	15000	30000	20,3	8,8	0,433	1480	3920	
3 × 120	Meridionali	Napoli	32000	65000	14,2	15,-	1,06	2750	7000	

A questo scopo nelle fig. 25 e 26 è segnata anche la distribuzione del gradiente per un conduttore a superficie liscia di diametro uguale a quello del circolo circoscritto alla corda. Come si vede, alla superficie della corda il valore del gradiente è alquanto superiore (dal 25% al 39%). Però questo aumento rapidamente scompare.

Nella fig. 27 sono indicati i rapporti tra lo spessore di isolante che lavora ad un gradiente superiore a quello corrispondente alla superficie liscia chiamato s_0) e il totale spessore isolante s, in funzione del solito rapporto $\frac{s}{d_r}$ dove d_r è il diametro del circolo circoscritto alla corda.

Come si vede, s_0 è sempre una frazione molto piccola di s. Grossolanamente si può ritenere che varia da un valore uguale ad un quarto del diametro del filo elementare per la corda a 7, a metà del diametro per la corda a 37.

Probabilmente non aumenta oltre questo limite aumentando il numero dei fili poichè il solo elemento che possa introdurre delle variazioni è la curvatura dello strato di fili della corda o, per meglio esprimersi, il rapporto tra il diametro dei fili e quello del circolo circoscritto alla corda. Questo rapporto è già assai piccolo per la corda a 37.

Il presente lavoro fu iniziato dall'Ing. Martinez e vi hanno contribuito l'Ing. Bertolaccini e l'Ing. Puritz per l'esecuzione delle esperienze ed il Dott. Sacchetto sia nello studio dei metodi che nella interpretazione dei risultati.

COME ELIMINARE I DANNI DELLE VIBRAZIONI E DEGLI URTI NEI VEICOLI AUTOMOTORI ELETTRICI

Ing. GINO TURRINELLI

Il titolo enuncia lo scopo principale di questa nota.

Essa però vuol anche far conoscere ai tecnici un sistema di sospensione speciale dei motori che, secondo l'esperienza fatta in questi ultimi anni su grossi autocarri e pesanti trattrici elettriche, permette di riprendere seriamente — sopratutto dal punto di vista di una sicura economia d'esercizio — la costruzione degli autocarri elettrici con o senza accumulatori, e di proporre l'applicazione dello stesso sistema anche ai veicoli su rotaie, tramvie, locomotive elettriche e grandi locomotori.

Per gli autocarri l'esperienza è assolutamente definitiva e risolve finalmente il problema; per le altre applicazioni su rotaie, esso viene razionalmente impostato, ed io sarò ben lieto se costruttori o studiosi — trovando incompleta la mia esperienza in proposito — vorranno riprenderlo dove l'ho portato io, approfittando delle mie prove ben riuscite e della mia eventuale collaborazione per iniziarne altre.

★

Per evitare lunghe premesse ammetteremo come verità indiscutibile che le vibrazioni violente e gli urti ritmicamente ripetuti, che si propagano in tutte le parti meccaniche del veicolo in moto e nella sua massa, rappresentano la causa prima e fondamentale di tutti i guasti, del logorio, del deperimento generale.

Si tratta qui di una oscura, ma continua disgregazione prodotta incessantemente, senza tregua durante il moto da forze, il lavoro delle quali è infinitesimo pel fattore spazio, ma enorme pel fattore intensità. L'effetto integrale in limiti di tempo e di spazio assai brevi, è quello di sconnettere, di dissaldare, di disgregare i più saldi complessi, di provocare la vecchiaia precoce dei veicoli o delle macchine.

Se queste condizioni che provocano inevitabilmente una vecchiaia precoce, sono tollerabili nella economia d'uso di determinati tipi di veicoli, non lo sono affatto per quelli che devono essere azionati da accumulatori.

In generale anzi — per essere più esatti — si tollera il danno che giunge dopo un certo periodo di funzionamento ottimo in apparenza; e poichè del danno non si conosce esattamente la causa, — esaurita la tolleranza — si conclude non senza ragione che il sistema non va.

Nei veicoli ad accumulatori infatti, i colpetti secchi, le scosserelle caratteristiche derivanti dalle combinazioni di molle, mollette e mollettine; le vibrazioni, che, inevitabilmente, vengono trasmesse alle griglie di piombo antimonioso delle piastre, inducono soluzioni di continuità che rendono precario ed imperfetto il contatto fra le pastiglie di materia attiva e la griglia stessa che serve di veicolo alla corrente.

A puro scopo dimostrativo, abbiamo disegnato una placca di accumulatori in sezione e parzialmente in vista per indicare, esagerando ad arte, il fenomeno da noi osservato, (fig. 1).

L'occhio naturalmente, non percepisce la soluzione di continuità da noi segnata nella pastiglia della prima fila a sinistra; però si è potuto notare che durante una carica a forte intensità, nelle placche non alterate dalle vibrazioni le bollicine gasose sono piccole, si formano e si staccano soltanto verso la fine della carica partendo da tutta la placca; in quelle « vibrate » invece si sprigionano grosse bolle fin dall'inizio della carica lungo l'invisibile interstizio fra la materia attiva e la griglia.

Ciò rivela indubbiamente un cattivo contatto; cosicchè le cariche e scariche risultano difettose.

Come conseguenza si hanno solfatazioni più o meno rapide; aumenti di resistenza interna dell'elemento e conseguente dannosissimo sviluppo di calore, che intensifica tutti i guai precedenti, esaltando fuori di misura l'attività dell'elettrolito a danno delle piastre.

Così e non altrimenti si devono spiegare molti dei fenomeni che hanno per risultato definitivo, l'incostanza della capacità e della durata delle batterie.

Non mi perito dal dichiarare che è questa la principale causa di discredito che ha colpito e colpisce presso i tecnici i veicoli ad accumulatori.

Non solo sugli accumulatori, ma anche sui motori elettrici, gli urti, gli strappi delle catene, oppure le vibrazioni degli ingranaggi dovute a sobbalzi dei motori — (moltiplicati dalle relative molle di sospensione) — insidiano di continuo le connessioni meccaniche ed elettriche, provocano scintille al collettore e portano nel bilancio delle spese il coefficente di « manutenzione motori » ad un limite insospettato ed intollerabile.

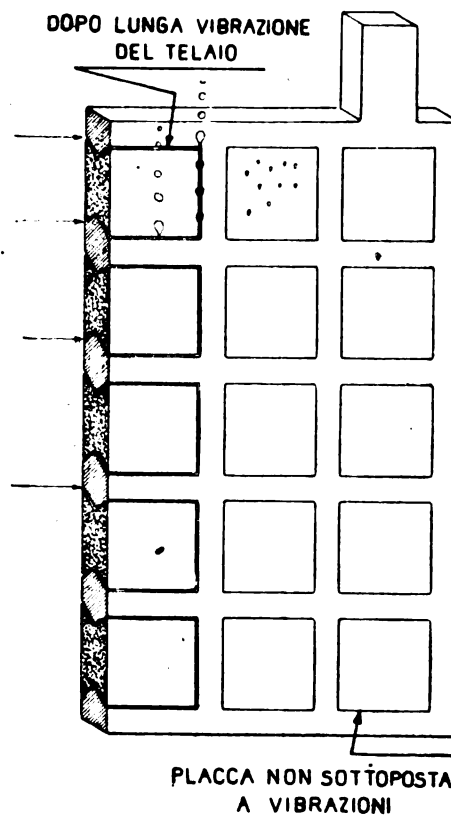



Fig. 1.

Per questo gli autocarri a benzina ebbero ragione degli autocarri elettrici; nè serve a smentirmi la immeritata fortuna di vecchi modelli attualmente in circolazione, dovuta in parte alla mitezza eccezionale del loro costo, che ha permesso di vincere la concorrenza e pel rimanente, alle condizioni speciali create dalla guerra.

★

Le necessità di guerra però anche in questo caso hanno costretto a riflettere ed a studiare. Così è toccato anche a me di dover riprendere un problema, la soluzione del quale, dal punto di vista economico, mi si presentava sconfortante.

Infatti precisamente durante la guerra, sorse la necessità di trasportare grossi carichi indivisibili in condizioni così speciali che l'applicazione elettrica si imponeva in modo assoluto, e siccome in questi casi, è secondario ogni criterio economico, così ho potuto concedermi il lusso della costanza nel ripetere i tentativi fino a raggiungere il successo.

Le difficoltà enormemente moltiplicate dalle esigenze dei carichi, ingigantirono le conseguenze di oscuri difetti e diedero a questi la più precisa evidenza.

Così risulta stabilito per forza di prove (e perciò in modo inconfutabile) che anche le più pesanti trattrici dovevano essere munite di molle ampie e dolcissime, le quali — pur non consentendo eccessive deformazioni durante il moto — avessero già subito per effetto del carico normale, ampi cedimenti.

Occorrono insomma balestre lunghe a grande periodo di oscillazione, ed a forte saetta di cedimento; ed occorre per quanto è possibile sottrarre il carico del motore agli urti della strada.

Le lunghe balestre a grande saetta, ma quasi appiattite sotto il carico, hanno oscillazioni tali che si spengono subito, mentre le combinazioni complesse di balestre corte semplici e doppie, di bovoli, di spirali, ecc. — studiate appunto per limitare la saetta di cedimento — hanno per effetto di comporre le loro oscillazioni in un complesso di vibrazioni continue che non si spengono finchè dura il movimento; ciò che dà luogo ad una serie di deformazioni, — non tutte elastiche! — nell'intero sistema.

Tutti sanno che le deformazioni anelastiche provocano ciò che si può chiamare l'arterio-sclerosi delle macchine.

★

Il poter molleggiare molto bene un autocarro pesante, porta subito un altro vantaggio, quello di poter munire di gomme le ruote. E' ovvio

infatti che poichè la parte più violenta dell'urto è assorbita istantaneamente dalla molla, risultano infinitamente minori le sollecitazioni alle gomme, e queste sono ridotte al loro vero ufficio *che non è quello di sopportare gli urti, ma di togliere le vibrazioni.*

Nelle mie applicazioni ho superato senza conseguenze quasi il doppio dei limiti di carico unitario prescritti normalmente dai fornitori di gomme, ciò nondimeno nei miei carri le gomme durano quasi il doppio che sugli altri.

Il rimedio di tanti mali dunque è molto semplice; si riduce a mettere delle buone molle e delle gomme ai veicoli.

Ma per poter applicare agli chassis molle sufficienti allo scopo, occorreva studiare « ex novo » la sospensione dei motori; e chi ha affrontato seriamente questo problema e quello delle trasmissioni alle ruote motrici, sa che esso non è semplice.

Non sono certo applicabili i sistemi in uso, perchè essi non permettono gli spostamenti necessari fra lo chassis e l'asse del motore i quali — se sono relativamente limitati durante il moto e per effetto di esso — sono invece relativamente ampi per la variazione del carico o per gli urti anormali; ed in questo caso i vecchi sistemi sarebbero catastrofici.

Per chiarire questo concetto, accennerò ai due schemi principalmente in uso nelle vecchie elettromobili e nelle tramvie — (schemi N. 2 - N. 3) omettendo per brevità, di parlare delle arcaiche trasmis-

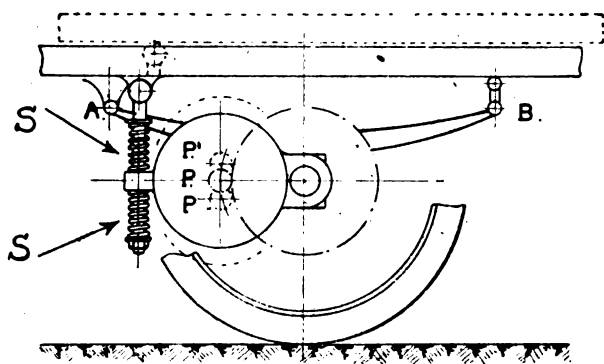



Fig. 2.

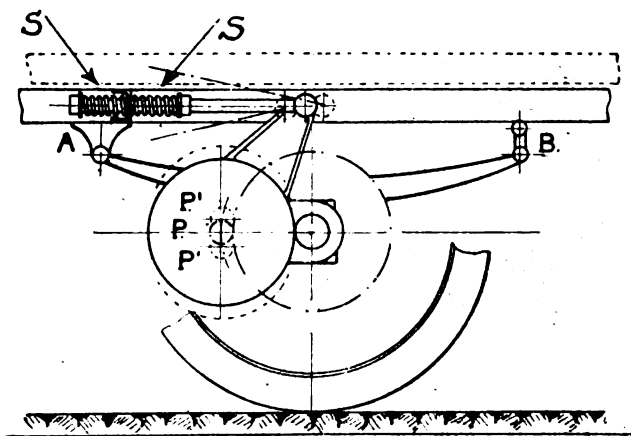



Fig. 3.

sioni a catena, oramai abbandonate dai tecnici, e di quella non meno catastrofica da me usata nel 1912 (fig. 4) per le primissime vetture

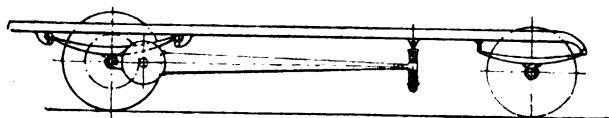



Fig. 4.

elettriche che ha ancora le simpatie di qualche ingenuo costruttore, ma che sembra fatta apposta perchè colle deformazioni elastiche degli appoggi, si moltiplichino le vibrazioni, e le conseguenze relative.

I tipi classici, insomma, sono quelli rappresentati negli schemi 2 e 3. A questi tipi, con variazioni secondarie, si riducono ad un dipresso tutte le sospensioni per la trasmissione diretta del moto fra motori e assi.

Nell'uno e nell'altro degli schemi 2 e 3, la molla *A - B* non può avere ampie ed improvvise oscillazioni perchè le spirali *S* non possono deformarsi così ampiamente come è necessario per impedire che il pignone *P* si sposti in *P*-1 e *P*-2 con certi urti violentissimi capaci di spezzare non solo i denti della corona dentata o del pignone, ma anche l'albero del motore e perfino gli assi stessi dei veicoli.

Ricordiamo a questo proposito gli incidenti occorsi alle tramvie ad accumulatori di Torino in un tentativo di molti anni or sono.

Questi sistemi di sospensione possono ancora essere adottati — per quanto non senza inconvenienti — nelle tramvie dove gli effetti e l'intensità dei sobbalzi sono di gran lunga più trascurabili, che non negli autocarri.

L'urto di un giunto di rotaia ha effetti ben diversi che non un salto di dieci o dodici tonnellate per asse, entro buche di venti o venticinque centimetri, o su grossi ciottoli della strada.

*

Il sistema di sospensione da me proposto ed applicato con ottimo successo in questi ultimi anni, risolve appunto questo problema altrimenti insolubile per gli autocarri elettrici di grande e di grandissima portata.

Per la chiarezza esporrò il più semplice caso e la più semplice applicazione e per la brevità costringerò a qualche sacrificio la più scrupolosa esattezza.

Avverto però i lettori che volessero diventare studiosi del problema, che in pratica le cose si svolgono cogli identici risultati finali, ma in modo assai più complesso.

Il problema da risolvere dunque è questo: Sospendere il motore *M* allo chassis *X-Y* della vettura in modo che il pignone *P* resti immobile per qualunque movimento del telaio. Per esemplificare mi riferisco al più semplice caso schematicamente rappresentato dalla fig. 5.

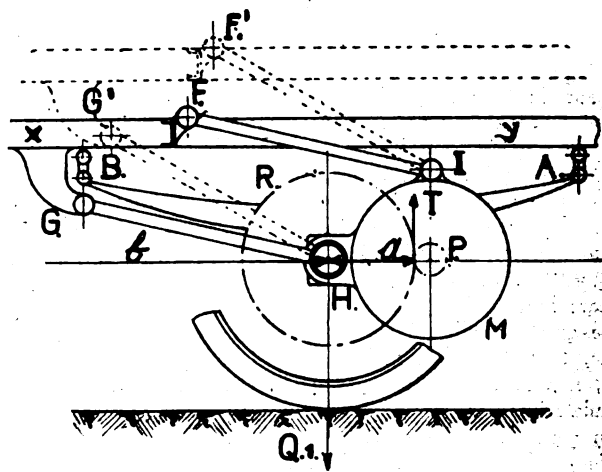



Fig. 5.

La molla *A-B* può avere quella « souplesse » che si desidera, — poichè può essere ampia quanto si vuole, anche due metri di corda se occorresse! — e può subire per le differenze di carico, o per le brusche oscillazioni, qualsiasi deformazione fino ad appiattirsi, o qualsiasi spostamento longitudinale.

La figura è evidente per sè stessa.

H-G e *F-I* sono due bielle di eguale lunghezza. La prima imperniata in *H* unitamente al motore sull'asse posteriore dei veicolo, ed in *G* punto fisso del telaio; la seconda in *F* altro punto fisso del telaio, ed in *I*, punto del motore scelto in modo che le *H-G*, *F-I* risultino parallele.

Ciò posto, per semplicità, immaginiamo anche che *I-F* ed *H-G* siano nello stesso piano verticale, avremo che *I-F - G-H* sarà un parallelogramma poichè i due lati *I-F* ed *H-G* sono paralleli per costruzione.

Ne risulta che *F-G* ed *H-I* debbono essere uguali e paralleli, e siccome il punto *F* ed il punto *G* per qualsiasi movimento del telaio non possono cambiare la loro reciproca posizione, appartenendo entrambi al telaio stesso indeformabile, così *I* ed *H* pur appartenendo ad organi diversi, non possono cambiare di posizione reciprocamente fra di loro.

Dunque se per effetto di un sobbalzo i punti *F-G* si portano successivamente e rapidamente in *F* e *G*, mentre la retta *F-G* passa successivamente in *F*-1 - *G*-1, *La retta I-H non si muove affatto.*

★

CONCLUSIONE. — Il punto *I* di sostegno del motore, non si sposta rispetto ad *H* punto fisso all'asse della ruota. Per conseguenza: il pignone *P* — qualsiasi sobbalzo od urto avvenga del telaio, (fino a far passare *F* in *F*-1 e *G* in *G*-1) — non si muove rispetto all'asse della ruota, e quindi rispetto alla stessa ruota dentata *R*.

*Conseguentemente malgrado qualsiasi sobbalzo del veicolo, non vi è nessuna azione, nessun urto, nessun attrito fra il pignone **P** e la ruota dentata **R**.*

Senza questo dispositivo od altro equivalente, che applichi lo stesso principio, è impossibile fare delle molle ampie e cedevoli e creare una sospensione elastica del veicolo che attutisca gli urti di questo sul suolo, anche quando il veicolo sia spinto ad una certa velocità, ed i sobbalzi sieno molto ampi e la massa assai considerevole,

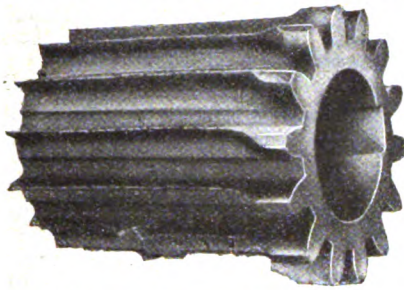



Fig. 6.

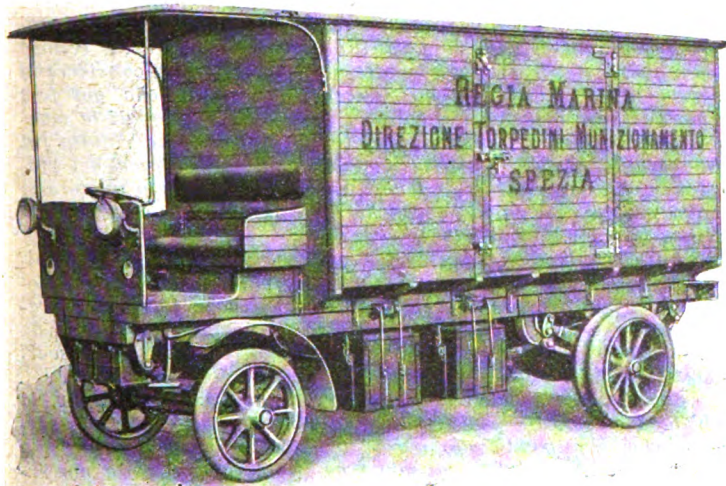
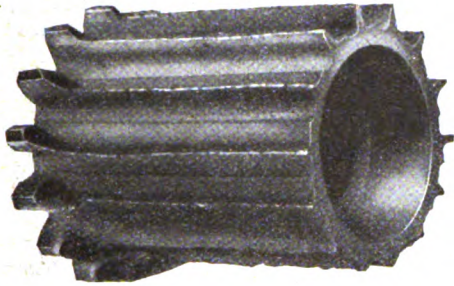



Fig. 7.

Ma un altro importantissimo vantaggio risulta subito dal sistema.

La mancanza assoluta di qualsiasi azione secondaria fra i denti che trasmettono il moto, consente di fare denti piccoli, e quindi ingranaggi piccoli, e grandi rapporti di trasmissione diretta. Risulta normale una riduzione di uno a diciotto con una sola coppia dentata.

Quindi — conseguenza immediata — la possibilità di poter applicare la stessa potenza con motori quattro o cinque volte più veloci, o meglio ancora di poter disporre nello stesso spazio e collo stesso peso di potenza doppia o tripla di quelle attualmente usate.

L'esperienza dimostra che per un carro da cinque a sei tonnellate (circa dieci di carico lordo) lavorano magnificamente due pignoni di 14 denti Modulo 3,5, uno per motore ed uno per ruota. Fa veramente impressione vedere questi piccoli denti bastare allo stesso ufficio dei denti grossissimi dei motori tramviari.

Eppure anche essi malgrado il loro modulo 3,5 sono abbondantissimi, perchè il motore non avrà mai la potenza di romperli; e di sforzi estranei a quelli generati dal motore questi denti non ne subiscono assolutamente.

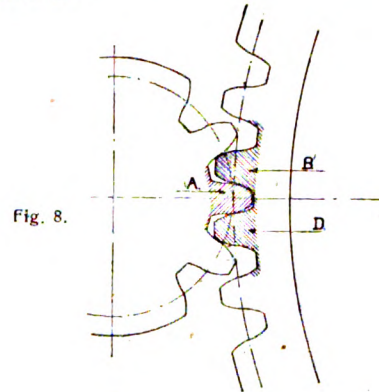



Fig. 8.

La fig. 6 rappresenta uno di questi pignoni (Modulo 3,5) usato su di un grosso carro elettrico d'artiglieria (fig. 7). In questo curioso modello, per una imperfezione di montaggio, non tutta la lunghezza dei denti del pignone lavorava, perciò si vede: il dente parzialmente

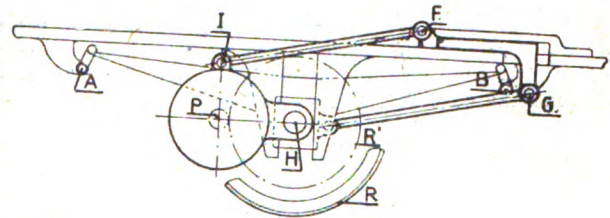



Fig. 9.

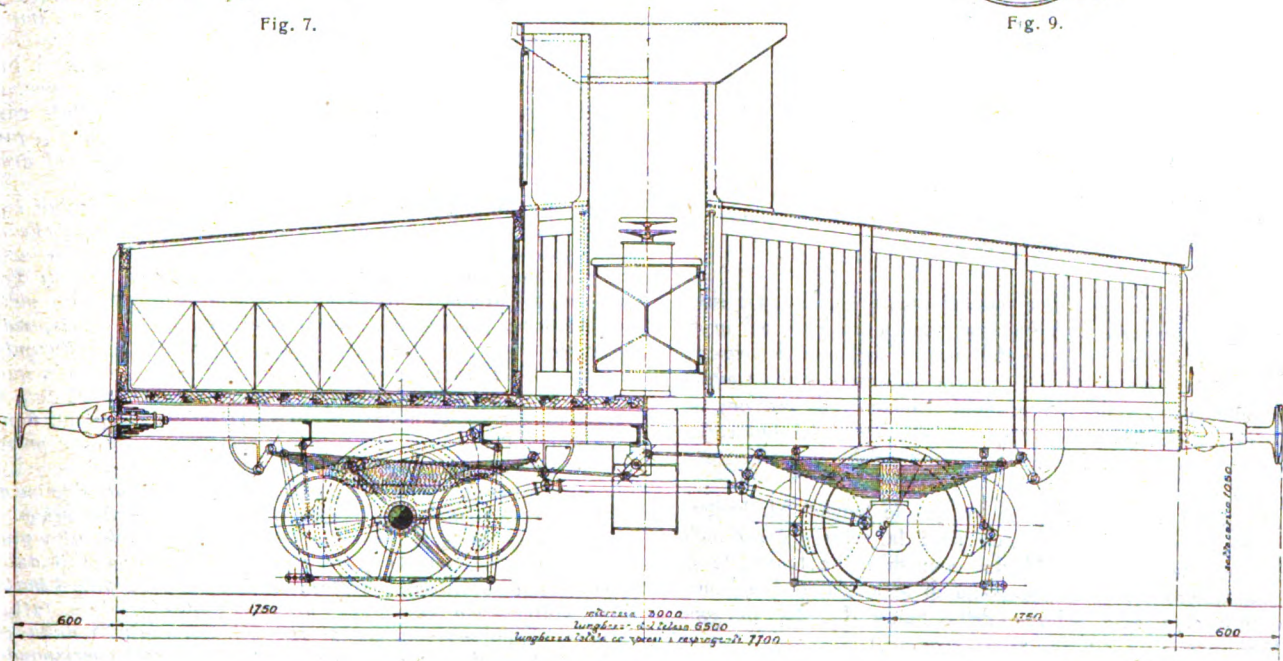



Fig. 10.

è impossibile e non conveniente adottare gomme per veicoli molto pesanti,

è impossibile e non conveniente usare le attuali batterie di accumulatori tanto per veicoli elettrici da strade normali, quanto da strade ferrate.

nuovo e la parte restante che ha lavorato logorandosi fino all'inverosimile spessore di un paio di millimetri prima di rompersi!

Quale migliore prova che lo sforzo del motore non bastava a romperli, sebbene fossero ridotti a due millimetri soltanto, e che di sforzi estranei nel sistema che io propongo non ce ne sono?

★

Il dispositivo del motore indicato nella figura, è anche tale da consentire alla messa in moto la massima aderenza possibile, il che ha grande importanza per gli autocarri poichè consente di non caricare l'asse motore del peso indispensabile ad avere l'aderenza sufficiente soltanto pel tempo necessario allo spunto.

Anche questo dettaglio, quando si tratta di carri con gomme, ha enorme importanza perchè le gomme possono sopportare un'enorme pressione soltanto per breve tempo, purchè ferme, oppure a condizione che lo sforzo non sia nè un urto, nè una messa in moto troppo rigida come avviene nelle macchine a benzina, nelle quali le ruote motrici al « demarrage » o poco o tanto raschiano inevitabilmente il suolo.

Per incarico del Ministero dei LL. PP. e delle Ferrovie dello Stato, verso la fine di Aprile del corrente anno, gli Ingegneri dell'Ufficio Speciale delle Ferrovie, Tramvie ed Automobili, hanno assistito ad alcune prove con veicoli sui quali era applicato il dispositivo descritto, e si ebbero risultati ufficiali, del massimo interesse.

Si è provato che variazioni di mezzo metro nella saetta delle molle non hanno assolutamente la benchè minima influenza nè sui motori, nè sugli ingranaggi. Spieghiamoci precisamente su questo punto, perchè esso non concorderebbe rigorosamente collo schema teorico approssimativo. Il fatto di verità matematica è questo: Fissato un dente A del pignone B impegnato fra D e B (fig. 8), esso si conserva sempre immobile fra D e B, mentre in pratica, il pignone P deve convenientemente spostarsi durante il sobbalzo, anche perchè il motore molleggia dolcemente; ma non deve abbandonare la sua posizione fra i denti D e B.

★

E' ovvio che il sistema è applicabile con moltissime varianti a seconda delle esigenze speciali di ogni caso. Segnaliamo una di queste varianti nello schizzo N. 9 che si spiega da sè e rappresenta l'applicazione colla piastra di guardia. La fig. 10 rappresenta l'applicazione del mio sistema ad una locomotrice ad accumulatori.

In ognuno dei casi considerati però, ci troviamo nella condizione che una parte assai notevole del peso del motore grava sull'asse del veicolo; e qui dobbiamo fare due osservazioni.

Primo. — Abbiamo già visto che siccome il pignone motore non sopporta sollecitazioni estranee a quelle della coppia sviluppata dal motore elettrico, è possibile adottare, a parità di potenza, motori più veloci e perciò molto più leggeri, cosicchè l'inconveniente diminuisce d'importanza, perchè abbiamo un certo margine di peso e di spazio da sfruttare nel confronto colle vecchie sospensioni.

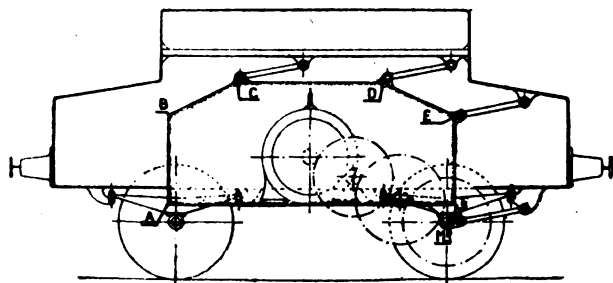



Fig. 11.

Secondariamente — e ciò è ben più importante —, lo stesso sistema in una delle sue varianti, si presta assai bene a scaricare nel modo il più completo ed assoluto il peso del motore dall'asse del veicolo per portarlo completamente sul telaio, così che pur avendo una trasmissione diretta sulle ruote, colla più assoluta mancanza di reazioni pei sobbalzi, abbiamo anche scaricato completamente l'asse dal suo carico diretto e messo il motore sulle molle trasportandolo virtualmente a bordo del veicolo.

La dimostrazione mi porterebbe un po' per le lunghe. Mi limiterò a dire che con questa variante si può dare la soluzione razionale e scaricare completamente l'asse M dal peso di molte tonnellate di tutto il sistema motore e del relativo piano di appoggio A-F schematicamente rappresentato nello schizzo della figura 11, dal poligono A-B-C-D-E-F.

Esso dà un'idea primitiva — molto primitiva! — attuabile *cum grano salis* — di un locomotore assai semplice senza pezzi a moto alternativo, ben molleggiato e quindi rispettoso oltrechè di sè stesso, anche dell'armamento ferroviario.

Anche questo dispositivo è stato sperimentato con successo lo scorso mese ed ho studiato inoltre un perfezionamento di esso che scarica completamente l'asse M del peso del sistema A-B-C-D-E-F per portarlo sulle molle del veicolo.

LETTERE ALLA REDAZIONE

Sul calcolo dei pali a traliccio.

Riceviamo e pubblichiamo:

*Spett. Redazione dell'*Elettrotecnica

MILANO

La convinzione della possibilità di potere, con dei grafici, determinare rapidamente le dimensioni approssimative del palo a traliccio di peso minimo (salvo poi controllarle in base alle sollecitazioni dinamiche), m'indusse scrivere quella lettera alla quale, sia con precedenti osservazioni, sia con lo studio pubblicato nel N.° 20 di quest'anno, l'Ing. Marco Semenza ha risposto esaurientemente. I grafici non soltanto dovrebbero servire come orientamento nello stabilire le dimensioni dei pali; ma altresì dovrebbero servire a stabilire se un palo già esistente può corrispondere a delle nuove esigenze di linea. In questo ultimo caso, specialmente la praticità dei diagrammi sarebbe notevolissima; perciò qualora si dovessero stabilire delle norme per la costruzione di linee elettriche, non soltanto dovrebbero venire corredati da abachi per la posa dei conduttori; ma altresì da quelli di dimensione dei pali.

Nel penultimo capoverso della mia citata lettera osservai come il metodo proposto dall'Egregio Autore non corrispondeva completamente, a parer mio, allo scopo prefisso; ora nell'ultimo studio l'Ing. Semenza risponde in parte ad una tale osservazione; mostrando, con un elegante metodo matematico, l'influenza che ha la variabilità della grandezza K *(rapporto fra il momento d'inerzia ed il quadrato della sezione di un ferro). La risposta è soltanto parziale in quanto che il valore di* K *dovrebbe venire determinato per il montante in base al momento d'inerzia* medio *della sezione e non già di quello minimo; mentre per i tralicci deve considerarsi il momento d'inerzia minimo. Osservazione questa che già fece l'Ing. Partanni (unitamente ad altre osservazioni — quali la mancata introduzione della sezione ridotta e della distanza ridotta fra i montanti — le quali infirmano la scrupolosa esattezza del procedimento) e della quale va tenuto assolutamente conto qualora si voglia raggiungere lo scopo che ha indotto l'Ing. Semenza a pubblicare i suoi pregevoli studi.*

Altra osservazione da farsi è quella riguardante l'impossibilità di poter controllare se un determinato palo può venire adoperato per un determinato sforzo. Ritengo che la forma più pratica da darsi ai diagrammi sia, in tal caso, quella già adottata da un autore francese il quale si serve di quattro quadranti (vedi: VALENSI — Metodo grafico per il calcolo dei piloni metallici).

Sempre in relazione alla probabile emanazione di norme, la tabella I pubblicata nell'ultimo studio dall'Autore m'induce proporre che, similmente alle norme tedesche, venisse stabilito uno spessore minimo dei ferri di mm 4 ed una larghezza d'ala non inferiore a 35 mm.

In merito alla pratica di posa dei pali, può avere importanza la determinazione della freccia d'inflessione giacchè, con determinate inclinazioni del palo, si può notevolmente diminuire lo sforzo corrispondente ai casi estremi di massima sollecitazione. Non so se sia possibile introdurre negli abachi anche una tale variabile; per far ciò bisognerebbe abbandonare il metodo statico seguito dall'Autore e eseguire il calcolo in base alle sollecitazioni dinamiche della linea.

Il metodo seguito dall'Ing. Semenza con opportune modifiche potrà servire certamente alla costruzione degli abachi che ufficialmente dovrebbero venire riconosciuti dalla nostra Associazione.

In primo luogo, per i montanti, il rapporto m_1 *di Tetmayer deve venire determinato in base al momento d'inerzia medio; un tale rapporto è circa il 30% maggiore di quello corrispondente al momento d'inerzia minimo, risultando con ciò un coefficiente di sicurezza alla flessopressione inferiore nel primo caso a quello del secondo. E' ovvio che anche praticamente i valori dati dall'Autore non dessero un errore molto sensibile, purtuttavia, non si può consigliare l'adozione di un abaco che parte da un presupposto non scrupolosamente esatto.*

Con lo studio di recente pubblicazione l'Ing. Semenza dimostra come fra tutte quelle sezioni di ferro corrispondenti ad un prescelto valore di K, *avvene una la quale soddisfa alle più estese variazioni di* K. *Mi sia permesso però di esprimere il dubbio che se si è ottenuto un tale resultato ciò è dovuto all'ipotesi matematica (dico matematica nel senso che tale ipotesi è stata fatta prima dello sviluppo matematico di ricerca del minimo) della costanza di* K *e che, ad esempio, la sezione di 9,4 cm² corrispondente al profilo 70 × 70 × 7 soddisfa alle sollecitazioni ammesse ancor meglio del profilo 65 × 65 × 9. Infatti il carico specifico di pressione e di trazione dei montanti risulta con il profilo 70 × 70 × 9 nei limiti tollerati; migliorandosi invece il coefficiente di sicurezza alla flessopressione che per il profilo 65 × 65 × 9 è scarsamente nei limiti ammissibili mentre con l'adozione del nuovo profilo diventerebbe notevolmente superiore di quello tollerato. Orbene il risparmio in peso con il profilo 70 × 70 × 7 è del 15%; risparmio*

questo il quale indurrebbe qualunque costruttore a non adottare il profilo 65 × 65 × 9 senza aver dapprima eseguito un calcolo rigoroso secondo i concetti generali esposti nell'ultimo periodo del secondo capoverso di questo scritto.

In terzo luogo, il diagramma deve potere venire utilizzato anche nei casi di controllo delle sollecitazioni cui viene sottoposto un palo già esistente; e quindi non soltanto deve permettere la calcolazione del palo in base al momento ed allo sforzo di taglio; ma deve permettere altresì il calcolo di questi sforzi in base agli elementi costruttivi. Infine dovrebbesi tenere conto dell'osservazione fatta nell'antecedente 5° capoverso, relativamente alla freccia d'inflessione. Esposi un tale concetto, e nella forma più generale, nella mia lettera; ma la risposta avuta dall'Ing. Semenza, mi fa insistere soltanto su quanto ha stretta attinenza sull'uso degli abachi.

Mi sia consentito infine fare una osservazione sul problema matematico di ricerca del palo di minimo *peso. Per ottenere lo scopo è perciò necessario tenere conto di tutti gli elementi che possono influire sulla sollecitazione del palo; e quindi fa d'uopo tenere conto delle deformazioni, e ciò non già per seguire il concetto fisico teorico d'impossibilità di esistenza di sollecitazione senza movimento e viceversa; ma perchè realmente i pali delle condutture si trovano praticamente in tali condizioni. Così pali staticamente esuberanti, vengono dinamicamente a ritrovarsi deficenti come è mostrato in una completa trattazione comparsa nel «Bollettino svizzero» dell'agosto 1920. I pali in legno ed i Mannesmonn vengono dimensionati normalmente soltanto in base alle sollecitazioni del vento, ciò sia per la grande elasticità del palo sia per la breve lunghezza delle campate. Per i pali in ferro, per i quali non è tollerata una freccia maggiore del 2% della lunghezza libera, e per campate superiori ai 100 m, le sollecitazioni vengono* notevolmente *influenzate dalla elasticità del palo. Il palo portato ad esempio dall'Ing. Semenza deve essere sottoposto a sollecitazioni (di tagliante), dovute alle caratteristiche della linea; giacchè, con le dimensioni ottenute, la sollecitazione dovuta al vento non può che resultare notevolmente inferiore ai 1500 kg di forza tagliente. Fra tutti quei pali i quali hanno freccia massima d'inflessione inferiore al 2% della lunghezza libera, si prescegliera quello avente la massima elasticità; tenendosi altresì presente la possibilità di potere effettuare la posa del palo in rapporto ad una determinata sollecitazione intermedia ottenendosi così, alle sollecitazioni varianti del palo, freccie positive e negative notevolmente inferiori a quella corrispondente alla sollecitazione massima calcolata partendo dalla posizione verticale del palo (e di riposo) sotto sollecitazione zero. Soltanto con queste considerazioni è possibile utilizzare il palo nelle migliori condizioni risolvendosi così il problema di utilizzare il palo di minimo peso.*

Milano, il 31 Agosto 1921.

ING. VITTORIO TOGNAZZI.

✶

Sullo stesso argomento l'Ing. Fascetti ci scrive:

Ho letto l'ultimo studio dell'Ing. M. Semenza (1) *sul calcolo dei pali a traliccio e poichè in alcuni punti l'Ing. Semenza si riferisce al mio studio sullo stesso argomento (vol. 8 n.° 8 15 marzo 1921 pag. 175) mi limiterò a dare le spiegazioni richieste.*

1° — *Nel mio studio ho chiamato soluzioni reali quelle che danno per le sezioni Ω ed ω dei montanti e dei tralicci valori corrispondenti a sagome normali dei profilati offerti dal commercio, e nel mio grafico (fig. 4) si trova, per esempio, che dal profilato* 65 × 65 × 7 Ω = 8.70 cm² *si passa senz'altro al profilato* 70 × 70 × 7 Ω × 9,40 cm². *Ma se, anzichè tener conto soltanto dei detti profilati, fra le sezioni di 8,7 e 9,4 cm² si tiene conto anche* dei profilati analoghi 66 × 66 × 7; 67 × 67 × 7; 68 × 68 × 7; 69 × 69 × 7 *si hanno nel quadrante (I) altrettanti punti corrispondenti ad ogni valore di* $\frac{M}{A}$ *i quali possono dar luogo, col mio metodo, ad altrettante soluzioni del problema; soluzioni che io ho chiamate teoriche in quanto chè presuppongo di non poter disporre in pratica di tali profilati.*

In altre parole il mio grafico (fig. 4) può essere costruito per un numero qualunque di profilati e si può avere sempre una soluzione del problema per ogni profilato ed io ho chiamato soluzioni reali quelle che corrispondono a profilati normali del commercio.

2° — *Sono d'accordo con l'Ing. Semenza (e non poteva essere diversamente) che i carichi di rottura per compressione semplice sono dati dalla formula di Eulero per i valori* $\frac{l}{i}$ *da 300 a 105 e dalla formula di Tetmayer per i valori* $\frac{l}{i}$ *da 105 a 30, tanto è vero che nella nota (2) del mio studio scrivevo «la formula delle FF. SS. che è dedotta da quella di Tetmayer effettivamente non ci dà i valori del carico di rottura per flessopressione (dati invece della formula di Tetmayer) ma ci dà gli sforzi ammissibili sopra un solido in funzione del rapporto* $\frac{l}{i}$ *variando opportunamente il margine di sicurezza e cioè aumentando in modo conveniente il margine di sicurezza per le aste più lunghe. L'assumere per σ un valore* $= \frac{1}{3}$ *dei* σ_r *riportati sul nostro grafico in base alla formula FF. SS. equivale a variare (per i valori di* $\frac{l}{i}$ *da 105 a 60) il margine di sicurezza collo stesso criterio delle FF. SS.».*

E' da osservare però che partendo dai carichi di rottura dati dalla formula di Eulero e da quella di Tetmayer è arbitrario sempre e difficilmente giustificabile l'adottare per ogni valore di $\frac{l}{i}$ *un determinato margine di sicurezza. L'Ing. Semenza ad esempio stabilisce una sollecitazione unitaria uguale sempre a 10/30 di quella corrispondente al carico di rottura. Ma perchè in certi casi non si potrebbe ammettere una sollecitazione uguale a 9/30 o 11/30 del carico di rottura? Ora io, pure accettando una sollecitazione uguale a 10/30 del carico di rottura pei tralicci, ho creduto opportuno diminuire gradualmente il margine di sicurezza per i montanti a partire dal valore di* $\frac{l}{i} = 105$ *(per il quale ho anch'io ammessa una sollecitazione* = 10/30 *del carico di sicurezza) fino al valore di* $\frac{l}{i} = 60$ *(per il quale ho ammesso una sollecitazione uguale a 13/30 del carico di sicurezza). Per i valori* $\frac{l}{i}$ *inferiori a 60 ho preso dei valori arbitrari fino ad ammettere una sollecitazione unitaria massima di kg 13,3 per mm² nel caso limite di compressione senza flessopressione.*

E ciò per due considerazioni:

a) *mentre che per i tralicci la lunghezza libera dell'asta è effettivamente l (fig. 1 del mio citato studio) per i montanti il tronco di lunghezza l (che agli effetti del calcolo è considerato come libero) non è effettivamente libero in quanto che è tenuto nel punto di mezzo della sua lunghezza dalla coppia di tralicci, della faccia adiacente del palo, convergenti in quel punto. In altre parole il montante è in condizioni molto migliori di resistenza rispetto al carico di punta di quello che non lo siano i tralicci, e ciò anche perchè il montante non è cernierato nei nodi, ma è continuo; e ad ogni modo è discutibile se, data la struttura del palo, i montanti possono inflettersi secondo l'asse che corrisponde al minimo momento di inerzia.*

b) *I montanti sono sempre costituiti da sagomati di sezione 3 o 4 volte maggiore dei tralicci e quindi vi è meno pericolo che si abbiano sorprese per difetti del materiale. D'altra parte ritengo che anche per i tralicci la sollecitazione ammessa tanto dall'Ing. Semenza che da me sia eccessivamente bassa in quanto che nel caso particolare di pali a traliccio si ha la buona abitudine di prendere a base del calcolo una sollecitazione che è sempre maggiore della massima sollecitazione possibile.*

Trovo quindi eccessivamente prudente di far lavorare del ferro a 1/3 del carico di rottura quando si pensi che a questa sollecitazione si arriva soltanto nei momenti della massima sollecitazione. Per linee in piano, ad esempio, dell'Italia Centrale e Meridionale, accade che i massimi venti si hanno soltanto in pochi giorni dell'anno e la loro direzione in rapporto alla direzione delle linee può anche non essere mai quella più pericolosa rispetto alla stabilità del palo.

Ma non è mia intenzione trattare qui questo argomento, sebbene importantissimo, tanto più che in materia nulla può esservi di assoluto e di esatto. Invero la determinazione del coefficiente di sicurezza da assumersi per una determinata costruzione è problema dei più interessanti in quanto che da tale coefficiente dipende in modo diretto la solidità della costruzione ed in modo inverso l'economia realizzabile sul costo della costruzione stessa.

D'altra parte sarebbe inopportuno trattare ampiamente del coefficiente di sicurezza da assumersi per la costruzione dei pali a traliccio senza aver prima trattato ampiamente delle sollecitazioni esterne agenti sul palo.

E a sua volta questo problema non potrebbe essere studiato che per ogni determinata linea perchè tali sollecitazioni esterne sono necessariamente diverse da regione a regione, e diverse anche nella stessa regione a seconda del tracciato della linea considerata. E sarebbe assurdo volere imporre ad un progettista un margine di sicurezza eccessivo quando per misura prudenziale il progettista stesso avesse già preso a base del calcolo sollecitazioni esterne molto superiori a quelle che per la linea in discussione possono avverarsi.

Per concludere io ritengo che non si possa imporre per tutte le costruzioni in ferro un determinato margine di sicurezza ma si debba caso per caso ed in rapporto alle forze agenti sulla struttura ed in rapporto al modo di sollecitazione dei diversi elementi della struttura stessa, stabilire il margine di sicurezza. Ritengo che il mio metodo di calcolo dei pali a traliccio abbia principalmente questo vantaggio: che il diagramma fig. 4, che serve per il calcolo, può essere fatto da ciascuno ingegnere per proprio conto prendendo quei valori che crede più opportuni per le sollecitazioni unitarie da ammettersi nei montanti e nei tralicci.

Da queste brevi considerazioni mi sembra risulti chiaramente che non è ancora esaurita la materia in discussione. E poichè

(1) *L'Elettrotecnica, 15 luglio 1921, vol. VIII, n. 20, pag. 454.*

l'Ing. Semenza, a mio parere, ha dato il modo di calcolare soltanto il primo elemento della base del palo, sarebbe interessante di conoscere come sia applicabile il suo metodo tanto alla calcolazione delle basi dei diversi tronchi di palo, per i quali M, T ed A risultano già definiti dal tronco inferiore, quanto al disegno di tutta l'intralicciatura di un qualsiasi tronco essendo T, Ω, A dati del problema.

Livorno, Agosto 1921.

ING. CARLO FASCETTI.

★

Il Collega M. Semenza ci comunica le seguenti contro osservazioni:

Ho letto con grande interesse le lettere dell'Ing. Tognazzi e dell'Ing. Fascetti che si riferiscono al mio ultimo articolo sul calcolo dei pali.

In parte credo aver già risposto con precedenti scritti ad alcune delle osservazioni fattemi; ad altre rispondo ora esaminando separatamente le due lettere.

L'Ing. Tognazzi osserva anzitutto che un grafico per il calcolo dei pali dovrebbe poter servire anche alla verifica di pali già esistenti. E' ovvio che ciò non può darsi che in un solo caso, quando cioè il palo esistente sia stato calcolato collo stesso sistema di calcolo e colle stesse ipotesi che han servito a preparare il grafico. In altre parole non è evidentemente possibile verificare con un grafico destinato a dare il palo di minimo peso ed a costante sollecitazione un palo calcolato in modo affatto diverso. L'utilità di servirsi di un grafico per calcoli di verifica è quindi praticamente nulla, e non è possibile, data la varietà dei metodi di calcolo e delle ipotesi, preparare un grafico che serva a verificare tutti i pali esistenti.

Per quanto riguarda l'impiego del momento d'inerzia medio per i montanti invece di quello minimo rispondo che la quistione non è affatto risolta, anzi la discussione sull'argomento ha lasciato ad ognuno la propria opinione: io personalmente ritengo che il punto di fissaggio del traliccio trasversale sul montante a metà lunghezza libera non abbia alcuna influenza favorevole alla stabilità, perchè basta una delle imperfezioni che frequentemente si verificano in pratica nelle chiodature per togliere ogni effetto alla connessione. Ritengo quindi che, nell'incertezza convenga attenersi al momento minimo anche per i montanti, tanto più che della eventuale possibile eccentricità delle forze nei montanti non si può altrimenti tener conto.

In questo caso, come nell'assumere i montanti imperniati a cerniera alle estremità della lunghezza libera, in mancanza di dati sperimentali conclusivi e decisivi, (che d'altronde appunto per i difetti eventuali nelle chiodature sarebbero difficilmente determinabili) il tecnico deve seguire l'unica via possibile, quella in favore della stabilità. Se altri preferisce seguire altra strada, il diagramma del mio ultimo studio permette di assumere per i momenti d'inerzia i valori che si desiderano, basta adottare nel caso dei montanti, per K_1 il valore corrispondente al momento medio anzichè quello corrispondente al minimo. Il vantaggio di tale diagramma sta appunto nella grande libertà che lascia a chi se ne serve, tanto rispetto ai momenti d'inerzia che ai tipi di sezione da adottarsi.

Ho già scritto altra volta in risposta allo stesso ingegnere sulla quistione del calcolo dinamico dei pali (che prima che nello studio citato dall'Ing. Tognazzi fu fin dal 1910 studiato nel noto calcolo degli Ingg. Motta e Dispenza), e le mie osservazioni restano immutate: solo mi sia permesso notare come, sempre restando nel campo dei pali di minimo peso e costante sollecitazione calcolati coi miei diagrammi sarebbe teoricamente possibile, fino ad un dato limite fissato dalla massima sollecitazione ammessa, e mantenendo costanti le sezioni, di restringere la base nel senso longitudinale alla linea fino a raggiungere l'elasticità d'inflessione ritenuta necessaria. Ciò perchè essendosi calcolato il palo staticamente per il momento trasversale, la parte che importa rimanga invariata è la forma del palo trasversale alla linea, non quella longitudinale. Ciò astrazione fatta degli eventuali sforzi di torsione in testa al palo, quando si intenda di tenerne conto. Naturalmente una tale trasformazione può farsi solo se non si è, inizialmente, messa a base del calcolo la coesistenza fra azioni trasversali e azioni longitudinali alla linea, chè altrimenti si aumenterebbe la sollecitazione nei montanti oltre il limite ammesso.

Sostituendo il profilo 70 × 70 × 7 all'altro 65 × 65 × 9, come fa l'Ing. Tognazzi, si viene ad aumentare notevolmente la sollecitazione unitaria nel montante, e precisamente del 17% ciò che largamente sorpassa il vantaggio di aumentare il valore di K. è quindi necessario adottare, in quel caso specifico, il profilo determinato che presenta il richiesto coefficiente 3 di sicurezza, contro la rottura per flessopressione. Per adottare il profilo 70 × 70 × 7 occorrerebbe allargare la base e rinforzare la sezione dei tralicci ed allungarli, con che il peso del palo aumenterebbe sorpassando notevolmente l'economia ottenuta sui montanti. E qui vorrei fare un'osservazione di una certa importanza: o il metodo di minimo che io ho proposto è ritenuto dall'Ing. Tognazzi inesatto nelle sue basi e nei suoi sviluppi, ed allora non c'è che da proporre le necessarie correzioni: se così non è, e non mi sembra che il mio egregio oppositore ritenga che così sia, i risultati che se ne hanno sono quelli che sono, e dati i ferri di cui disponiamo, il calcolo indica quelli più convenienti per lo scopo che ci siamo prefissi. Solo in un caso è lecito staccarsi dai risultati del calcolo, e ciò avviene quando le sezioni risultanti non si hanno disponibili, mentre se ne hanno altre più o meno vicine; allora è giocoforza adattarsi a modificare i risultati per servirsi dei ferri di cui si può disporre.

Infine, senza ritornare sulla quistione delle sollecitazioni dinamiche sul palo, mi permetto di rettificare un dato riportato dall'Ing. Tognazzi in fondo alla sua lettera: un palo per 6 conduttori di rame da 8 mm di diametro, con 150 m di campata ha un tagliante di oltre 1500 kg dovuto al solo vento sul palo e sui conduttori, *e un momento alla base, dovuto alle stesse azioni, dell'ordine di 1,8 ÷ 2.·10⁶ kg/cm. Non è quindi necessario di ricorrere ad azioni longitudinali alla linea per arrivare a valori del carico analoghi a quelli presi come esempio dall'Ing. Fascetti e da me nel mio ultimo studio.*

Passando alla lettera dell'Ing. Fascetti, prendo nota con piacere delle sue spiegazioni sulle soluzioni teoriche da lui citate nel suo studio.

Sono d'accordo coll'Ing. Fascetti nel ritenere che la determinazione del valore del coefficiente di sicurezza per i pali possa e debba essere soggetta ad esauriente discussione: non credo però che si possa ammettere che il coefficiente di sicurezza varii da regione a regione in strutture dello stesso genere. A questo proposito la Commissione pel Calcolo dei Pali, nominata dalla Sezione di Milano dell'A. E. I. proporrà quanto prima uno schema di norme per detto calcolo, comprendente sia la valutazione delle forze esterne agenti che il dimensionamento delle strutture.

Questo schema di norme è basato su indagini e studi relativi a linee esistenti e su prove eseguite su pali campione, così che certo ne riuscirà proficua la discussione.

Per quanto riguarda la variazione del coefficiente di sicurezza nei campi di Eulero e di Tetmayer, non ho che a riferirmi alla polemica intercorsa a suo tempo fra l'Ing. Rinaldi e me [1] *nel corso della quale ho già esposto le mie idee in proposito. Io ritengo che sia tutt'altro che contrario alla buona pratica ammettere un valore di r crescente col crescere di* $\frac{l}{i}$ *; solamente non vedo perchè l'andamento crescente di r debba cessare con* $\frac{l}{i} = 105$, *mentre le membrature nel campo di Eulero sono quelle più lunghe rispetto alla loro sezione e quindi più soggette a influenze sfavorevoli di cattiva qualità del metallo, variazioni nella sezione, imperfezione di chiodature ed eccentricità di forze agenti.*

Inoltre se si deve ammettere una variazione di r, questa deve essere continua e bene adatta all'andamento sia della retta di Tetmayer che alla curva di Eulero, ciò che, come risulta appunto dalla mia lettera sopra citata, non si può affatto dire della formola delle F. S.

Riferendomi infine all'ultima domanda dell'Ing. Fascetti, risponderò che per una data sezione del palo, M e T, essendo funzioni continue dell'altezza della sezione considerata sulla base, sono perfettamente determinati. Il palo va diviso inizialmente in tronchi, le relative altezze dei quali son fissate in base ad altri criteri (facilità di trasporto, ecc.) prima ancora di calcolare il palo. Ad ogni base di tronco corrisponde una coppia di valori M e T e conseguentemente una serie di valori Ω, α, ω e A che determinano perfettamente la base e il tronco. Le basi A dei vari tronchi danno un profilo esterno di solido di uniforme resistenza che si può considerare, con grande approssimazione, come costituito da due rette convergenti verso l'alto, ciò che risponde perfettamente ai bisogni della pratica.

In ogni tronco, e per tutta la sua altezza, i montanti hanno sezione costante ed uguale alla sezione determinata per la base del tronco. Per i tralicci si possono lungo il tronco mantenere, α e ω costanti ed uguali ai valori trovati per la base, oppure, se si richiede una precisione più grande, disporli in modo che la lunghezza libera dei montanti lungo il tronco sia sempre tale da assicurare il valore r richiesto per il coefficiente di sicurezza. In tal caso è facile determinare matematicamente la distribuzione dei tralicci e le loro sezioni, con inclinazione crescente dalla base alla cima del tronco.

Va da sè che si tratta di una sottigliezza matematica e che in pratica è molto più conveniente, anche per evitare errori di costruzione, mantenere inclinazione costante e sezione costante ai tralicci di ciascun tronco.

Credo così di aver risposto a tutte le osservazioni e domande che mi sono state fatte, e ringrazio di cuore i colleghi Tognazzi e Fascetti del cordiale interesse preso al mio studio.

Milano, 13 Settembre 1921.

MARCO SEMENZA.

---

[1] V. *L'Elettrotecnica*, 1917, 25 Dicembre, n. 36, pag. 647.

SUNTI E SOMMARI

APPARECCHI DI PROTEZIONE.

E. R. STAUFFACHER — **Relays di protezione contro gli squilibri di corrente.** (Electrical World, 4 settembre 1920, pag. 465).

L'autore descrive un sistema di relays impiegato dalla Southern California Edison Company per la protezione di un sistema di linee in parallelo. Il principio su cui si basa è il seguente. Due linee da proteggere sono messe in parallelo in più punti; in condizioni normali le correnti nelle fasi corrispondenti delle due linee sono eguali; quando si manifesta una perturbazione, lo squilibrio di corrente che si produce, fa azionare i relays i quali staccano la porzione di linea difettosa.

La fig. 1 dà l'idea dello schema della disposizione delle linee. Ogni sottostazione può ricevere corrente da tutte e quattro le testate di linea che vi fanno capo. I relays operano in base al fatto che in un sistema a stella col centro a terra, la corrente in una fase che sia messa a terra, è maggiore che nella corrispondente fase di una linea che non abbia contatto a terra. Il sistema dei relays, stacca soltanto la porzione di linea che subisca un corto circuito o venga messa a terra.

Fig. 1. — *a)* linea normale; *b)* linea al momento del guasto; *c)* linea dopo l'azione dei relays.

Fig. 2.

Quando le condizioni sono normali, i circuiti sono chiusi dagli interruttori 1-2-5-4, e il parallelo è realizzato dall'interruttore 3. Se nella linea 1, avviene ad esempio un corto circuito fra le stazioni *A* e *B*, attraverso l'interruttore 2 della stazione *A* passerà più corrente che attraverso il 5. Così pure nella stazione *B* passerà più corrente attraverso 1 che attraverso 4.

Lo squilibrio di corrente fa aprire l'interruttore 2 della stazione *A* e l'interruttore 1 della *B*, staccando in tal modo la sezione di linea difettosa. Non si verifica interruzione nel servizio perchè tutta la corrente passa sull'altra linea fra *A* e *B*. Vi è inoltre un dispositivo pel quale, la linea che rimane attiva fra *A* e *B*, viene automaticamente connessa a un interruttore di massima e così rimane protetta nel caso di un corto circuito in un'altra parte del sistema.

La fig. 2 mostra le connessioni per una fase. I relais differenziali sono formati da due solenoidi eguali coi due nuclei mobili montati alle estremità di una leva. I solenoidi sono attivati da trasformatori di corrente montati sulla linea degli interruttori ad olio. Riferendoci ancora al caso precedentemente supposto, il solenoide di ogni fase della linea 1 eserciterà un'azione sul nucleo, maggiore che il corrispondente solenoide della linea 2, perchè la linea 1 viene percorsa da una corrente maggiore. La leva si deve perciò inclinare chiudendo il contatto del relais che farà aprire il corrispondente interruttore.

Secondo l'autore una installazione di questo tipo funziona soddisfacentemente da parecchi mesi sulla linea Kern River; parecchi corti circuiti in linea si verificarono senza che ne derivasse alcuna interruzione nel servizio.

Il sistema non protegge però la trasmissione contro guasti che si verificassero nell'interno delle stazioni.

R. S. N.

* *

ELETTROMETALLURGIA.

G. H. CLAMER — **Il forno elettrico ad induzione.** (Journ. Franklin Institute, ottobre 1920, pag. 420).

Nel trattare dello sviluppo di questo tipo di forno l'A. ha preso in particolare considerazione l'industria dell'ottone (intendendo con ottone tutte le leghe zinco-rame contenenti dal cinque al quaranta per cento del primo e piccole percentuali variabili di stagno, piombo ecc.). Prima dell'applicazione del forno elettrico, le laminerie seguivano il metodo della fusione in crogiuoli (di una capacità massima inferiore ai 150 kg) collocati entro dei forni a fossa, riscaldati comunemente da antracite. Questa pratica antiquata non è consentanea al carattere della lavorazione (fusione e colatura in stampi) che non ammette correzioni successive. Di più il confronto fra le curve della temperatura di fusione delle leghe zinco-rame (per diverse percentuali di composizione), quella secondo le quali lo zinco è volatilizzato dalle varie leghe ed infine quelle delle temperature di colatura opportune, mostra come la differenza fra queste due ultime sia piccola e quindi persuade della necessità di regolare assai esattamente la temperatura, il cui accrescimento può, nel forno ad induzione, cessare immediatamente coll'interrompere il circuito.

Le fonderie di ottone hanno anche impiegato forni a gas e ad olio del tipo aperto, ed altresì forni rovesciabili atti a contenere dei crogiuoli di grandi dimensioni. Ma spesso il prodotto che ne risulta manca di uniformità, è ossidato e persino solforato per il contatto con eccessi di aria e gas combusti; inoltre si riscontrano delle perdite eccessive per ossidazione e volatilizzazione.

Per questa ragione, è stato generalmente mantenuto il vecchio tipo di forno a crogiuoli con piccole cariche. Ora, è da rilevare che il calore utilizzato per le fusioni costituisce in genere una assai piccola frazione nei forni ordinari, di quello totale, (persino il 2 per cento circa nel forno a crogiuoli per acciaio); e pur essendo questa frazione maggiore nei forni a riverbero, a cuore aperto, a fossa, ecc. non raggiunge mai quella che si può ottenere nel forno elettrico, dove il calore utile raggiunge il 50 per cento del totale. Non può perciò essere discussa la superiorità di quest'ultimo tipo di forno, oltre che per la facilità e rapidità nel controllo della temperatura, anche, e sopratutto, per il maggiore rendimento e la migliore qualità del prodotto che esso permette di ottenere.

I principali tipi di forni elettrici si possono, nella generalità, classificare in:

1) Forni nei quali il calore viene trasferito da una sorgente esterna al metallo.

2) Forni nei quali l'energia elettrica viene convertita direttamente in energia termica nel metallo stesso da riscaldarsi, per effetto della sua resistenza al passaggio di corrente.

Questo secondo tipo (che comprende i forni ad induzione) è quello più comunemente usato nell'industria dell'ottone lavorato; esso è un vero e proprio trasformatore, il cui secondario è costituito dal metallo fuso, cioè un trasformatore in corto circuito, soggetto a regolazione.

Nel progettare forni ad induzione ad anello orizzontale aperto bisogna evitare due difetti: l'« effetto di strozzamento » ed il basso fattore di potenza.

L'effetto di strozzamento è dovuto alla tendenza a contrarsi della sezione trasversale di un conduttore fuso percorso da forti correnti; la contrazione, per un aumento sufficiente della corrente, portando in definitiva alla interruzione del circuito nel punto di minima sezione. Ciò appunto non accade coll'acciaio (purchè il forno non sia forzato) dato che per l'elevata resistenza di esso la corrente è insufficiente; invece col rame e l'ottone l'effetto suddetto assume proporzioni maggiori ed ostacola il funzionamento del forno. Riguardo al fattore di potenza, questo risulta basso per l'impossibilità di disporre vicinissimi primario e secondario (in ragione di che una parte delle linee di flusso sfugge all'accoppiamento), sia per la necessità d'interporre materiale refrattario per l'isolamento termico, sia per la condizione obbligatoria di dare un certo sviluppo al secondario affinchè questo presenti la resistenza richiesta. Nel tipo di forni a canale aperto utilizzato da principio, il fattore di potenza, già molto basso, diminuiva sempre più coll'aumentare delle dimensioni e della frequenza; la resistenza

del secondario ne è poi variabile: forte all'avviamento, diminuisce man mano che il metallo fondendo aumenta la sezione; la densità di corrente avrà un certo massimo oltre il quale si produrrà l'effetto di strozzamento sopramenzionato.

Nel primo forno ad induzione inventato da Colby (fig. 1), per fondere il platino in un'atmosfera non carboniosa, il secondario era costituito da un anello a giro unico, concatenante un circuito magnetico, ed il primario era disposto esternamente al secondario. Successivamente il Kjellin realizzò l'importante modificazione di disporre il primario entro il secondario, diminuendo così grandemente le fughe magnetiche. Per forni con dimensioni di secondario relativamente piccole il fattore di potenza risultava elevato; l'effetto poi della frequenza venne ridotto diminuendo di quest'ultima fino a cinque periodi.

Uno dei tipi più perfetti di forni di questa categoria è il forno Röchling-Rhodenhauser (fig. 2) che è stato costruito bifase e trifase, e sino alla capacità di otto tonnellate. Quello bifase è costituito da due forni Kjellin riuniti insieme in modo che il cuore forma una sezione del circuito secondario di ciascuna delle fasi, mentre le anse

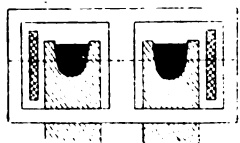
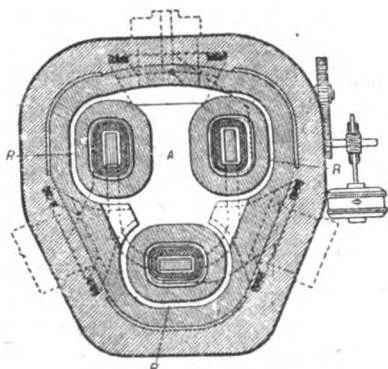



Fig 1. Fig. 2.

laterali sono ristrette in guisa da mantenere molto elevata la resistenza ed abolire le fughe magnetiche. In questo senso concorre l'azione di una bobina ausiliaria posta in una situazione tale da indurre una corrente che è condotta ad elettrodi situati da parti opposte del cuore e che, attraversando il bagno, fornisce del calore supplementare. Con questo tipo di costruzione si ha, nel cuore comune, un grande spazio di lavoro.

La posizione del primario rispetto al secondario è stata variata in tutti i modi possibili. Nel forno Frick si è cercato di ridurre l'autoinduzione e quindi aumentare il fattore di potenza ponendo il primario al disopra del cuore annulare, costituente il secondario col quale il primo è collegato magneticamente. Nel forno della General Electric la disposizione del primario è consimile e si sono altresì felicemente superate notevoli difficoltà relative alla refrattarietà.

Il Grünwald ha cercato di controbilanciare l'effetto motore dovuto alla forza repulsiva della corrente primaria sul secondario. Per tale fatto risulta verificarsi un ammassamento del metallo liquido in corrispondenza della circonferenza esterna e l'inclinazione della superficie espone lo strato superiore all'ossidazione e fa raccogliere le scorie nell'area depressa, causando una rapida deteriorazione del rivestimento.

L'Hiorth si è preoccupato dell'accessibilità (realizzata mediante due primari, l'uno sopra al bagno ed avente un diametro inferiore al canale secondario e l'altro posto invece al disotto ed a diametro superiore) e dell'accelerazione del processo di rifinitura nei forni per acciaio. Al forno ad induzione si imputa che l'azione delle scorie, più fredde del metallo, non proceda abbastanza rapidamente, mentre coll'arco accade il contrario; l'inventore ha cercato provvedere a questa deficienza mediante intercalamento, nel canale secondario, di una diga od ostruzione, di guisa che la corrente venga deviata verso l'alto riscaldando maggiormente la scoria.

Grünwald, Lindblad e Stälhane hanno inventato un forno del tipo ad anello, provvisto di una porzione allungata a forma di cappio, i canali del quale risultano collocati in immediata prossimità in modo da diminuire l'autoinduzione, offrire una resistenza elevata e permettere maggiori carichi senza diminuire il fattore di potenza.

Il Gin ha ideato un forno consimile utilizzando un certo numero di anse, onde allungare il circuito secondario, avendo così resistenza e fattori di potenza elevati ed impiegando forti tensioni. Però la semplice separazione delle due masse di metallo con un setto refrattario, senza dispositivi di raffreddamento, si è mostrata impraticabile.

Un'altra invenzione Gin riguarda la circolazione del metallo, ottenuta impiegando una serie di canali di collegamento inclinati, anzichè l'anello usuale. Dato che l'effetto Joule è meno intenso nella parte superiore dei canali, le due masse liquide riunite dai canali chiusi medesimi presentano una diversa densità, dal che ne segue un movimento ascendente.

Nel forno Salomon, il secondario annulare è costruito sotto forma di crogiuolo asportabile ed il circuito magnetico è spezzato.

Il Geherkens usa una costruzione speciale limitata ai forni per metalli facilmente liquefacibili. Il secondario forma l'involucro esterno del forno le cui pareti sono di grande sezione in guisa da ridurre ad un minimo gli effetti del riscaldamento. Due sezioni del secondario sono disposte in modo da presentare un'area relativamente piccola ed ivi si produce il riscaldamento che viene trasmesso al bagno, mentre un rivestimento isolante impedisce il contatto elettrico del bagno medesimo cogli anzidetti elementi di resistenza.

Lo Steinmetz inventò un forno a doppia trasformazione (ciascuno a fuga magnetica minima) che può essere chiamato *in cascata*. Nella prima trasformazione il secondario ha la forma di un involucro fuso raffreddato ad acqua ed il bagno da riscaldarsi è ivi contenuto sotto forma di un canale ad anello, isolato dall'involucro, collegato magneticamente col bagno.

Nel brevetto Wyatt, fig.3, un forno a canale aperto, del tipo Röchling Rhodenhauser, realizza rispetto a questo il vantaggio di una più rapida circolazione (con accelerazione della rifinitura e preservazione del rivestimento per effetto dell'eiezione del metallo surriscaldato). E' costituito da due canali, a pianta triangolare, colle basi riunite a formare il cuore, ciascuno dei quali è attraversato da un circuito magnetico di collegamento. La circolazione si stabilisce perchè negli angoli acuti la corrente ha senso opposto di movimento.

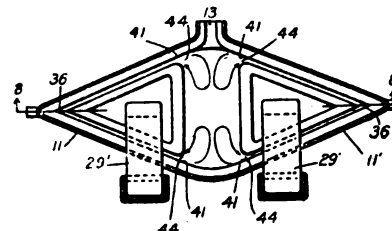



Fig. 3

Il forno Benjamin tende ad eliminare l'ammassamento del metallo, ma anzichè servirsi a questo scopo di mezzi elettrici come l'Hiorth, adopera invece mezzi meccanici.

Il principio a cui si informa il forno Bally è diverso dagli altri, dato che gli effetti induttivi risultano per effetto della presenza di un campo e di una armatura fissa come quella di un motore ad induzione che fosse immobilizzato.

Tutti i forni ora descritti sono del tipo aperto; lo Schneider fu il primo a proporre un forno nel quale era una camera piena di metallo fuso esercitante una pressione idraulica sul canale chiuso costituente il cappio secondario. La resistenza di questo si mantiene costante, il fattore di potenza elevato per la forte resistenza ed il riavvicinamento dell'avvolgimento secondario. L'effetto termico ha l'incarico di mantenere la circolazione e l'effetto di strozzamento è impedito dal carico idraulico.

Com'è mostrato dalla fig. 4, il vaso centrale contenente il metallo fuso è in comunicazione con due tubi di riscaldamento 1 e 2 ad *U*, leggermente inclinati in modo che le comunicazioni *e* ed *f* siano a

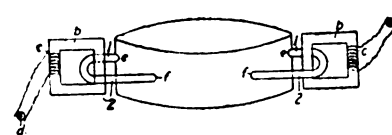



Fig 4.

differente livello. Nella camera superiore il metallo, riscaldato dagli elementi di resistenza esterni, è soggetto a circolazione. All'atto pratico questa si mostrò debole e gli elementi erano soggetti a surriscaldamento.

L'effetto di strozzamento venne osservato dall'Hering facendo passare una fortissima corrente entro il metallo fuso contenuto in un truogolo fra gli elettrodi *E* (fig. 5); notò allora, quando la corrente raggiungeva una certa densità, una forte depressione nel punto *P* (depressione che imputò dapprima, anzichè all'azione elettrica, ad una

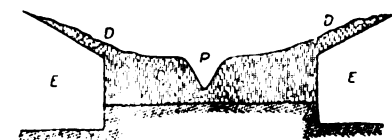



Fig. 5.

fuga nel fondo del truogolo, mentre lateralmente il metallo si portava sugli elettrodi. Il fenomeno, studiato dal Dr. Northrup, venne applicato dall'Hering alla costruzione del forno elettrico sotto la forma illustrata dalla fig. 6. Egli fece passare la corrente in un canale sommerso sotto il metallo fuso ottenendone, con una densità sufficiente, la circolazione indicata dalle freccie.

Alcune difficoltà divennero subito evidenti, quali:

1) il fondersi degli elettrodi fino al punto nel quale la fusione era impedita dal raffreddamento ad acqua.

2) perdite di calore e pericolo derivanti dal fatto che la parte solida dell'elettrodo era di breve lunghezza e quindi il metallo fuso prossimo all'acqua.

3) Disperdimenti nei refrattari derivanti dalla necessità di includere gli elettrodi (dotati di un diverso coefficiente di dilatazione) nel materiale refrattario, con conseguenti corti circuiti dovuti all'infiltrarsi del metallo fuso.

Il forno ad induzione non presentando elettrodi, queste difficoltà potevano essere superate; d'altronde, falliti i tentativi dei tipi del genere a canale aperto per la fusione di materiali non ferrosi (a causa della presenza di correnti esagerate dovute all'elevata conducibilità ed

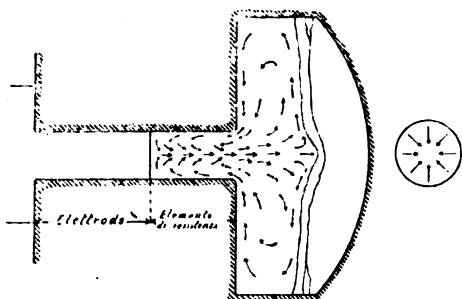



Fig. 6.

alla necessità pratica di grandi sezioni suscettibili di rotture del circuito, di un basso fattore di potenza e della intollerabile incostanza nella resistenza) restava come tipo di probabile successo, unicamente quello a canale chiuso, con carico idraulico superiore come il forno Schneider onde riuscire a produrre una circolazione sufficientemente intensa per eliminare il metallo dai canali prima che potesse aver luogo la volatilizzazione. L'autore, insieme con Hering e con Wyatt si propose di superare l'inconveniente principale del forno Hering ad elettrodo, cioè la fusione degli elettrodi che si computava in massima parte al fatto che la pressione di strozzamento, esercitando la propria azione in direzioni opposte (dal centro dell'elemento di resistenza) produceva un forzamento del metallo verso l'elettrodo ed in alto verso il bagno. Vennero perciò eseguiti degli esperimenti su modelli, servendosi del piombo come metallo da fondersi, allo scopo di decidere se le azioni particolari osservate dall'Wyatt in un forno da acciaio con elettrodi piegati ad angolo retto erano dovute all'effetto di strozzamento od a quello motore. Gli esperimenti successivi compiuti hanno portato alla costruzione rappresentata dalla fig. 7 e realizzante un tentativo di utilizzazione dell'effetto motore per la circolazione del metallo liquido.

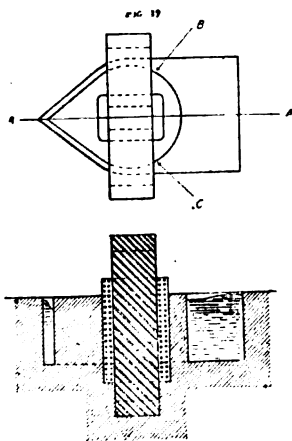



Fig. 7.

I due lati del triangolo dotati di sezione più ristretta costituiscono gli elementi di resistenza e l'altro, a sezione più grande, il bagno. Un effetto motore massimo si esercita sull'angolo acuto, mentre non essendovi angolo in B e C non vi è quivi strozzamento per l'effetto analogo e la forza elettromagnetica libera facilmente i canali. La figura medesima rende visibile l'azione di ammassamento risultante nel metallo e la disposizione costruttiva che, nell'intento di migliorare il fattore di potenza, comporta una bobina primaria completamente inclusa nel secondario.

La fig. 8 mostra il forno Wyatt ad anello verticale, forno che è informato ai principi esposti, possedendo un corpo o bagno ed una parte a canale funzionante da elemento di resistenza, riunita al corpo e conformata ad angolo acuto. Il canale costituisce il secondario di un trasformatore avente la bobina primaria avvolta sulla branca centrale del nucleo magnetico in una posizione praticamente concentrica al canale. Si riscontra perciò una grande somiglianza col forno Schneider in quanto che anche nel forno Wyatt viene impiegato un canale ed un recipiente situato ad un livello superiore, il liquido essendo mantenuto in circolazione entro il canale. Senza di essa un forno del genere sarebbe impraticabile, dato che è nel canale, in ragione della limitata sezione e della resistenza relativamente elevata, che il calore viene generato. Per la fusione di leghe contenenti una frazione notevole di costituenti volatili, la lenta circolazione dovuta all'effetto Joule non sarebbe sufficiente ad impedire la volatilizzazione e le conseguenti interruzioni di circuito dovute ai gas espansi. Se la disposizione del forno è tale da far sussistere una pressione sufficientemente grande di strozzamento, la circolazione verrà assai aumentata: a questa si aggiungerà il contributo, assai più attivo di quello dovuto alle cause precedenti prese singolarmente, dipendente dall'effetto motore.

Nel forno di questo tipo è possibile fondere dell'ottone 60/40 senza volatilizzazione dello zinco; quando il bagno ha raggiunto la giusta temperatura di miscela, gli indici degli istrumenti tornano reiteratamente indietro per effetto della bollitura del metallo. Il funzionamento è silenzioso, il rivestimento si mantiene freddo senza necessità di circolazione d'acqua (la quale può rappresentare un pericolo), la forma del cuore s'approssima a quella di un crogiuolo ordinario dando luogo a poche perdite di calore (per la conformazione sferica). La chiusura è suscettibile di perfetta tenuta in guisa da impedire l'ossidazione ed il calore è generato nel punto più basso della carica, la circolazione intensa ed automatica tende a portare il metallo fuso verso l'alto ed in contatto con quello da fondersi, condizioni queste ideali per un elevato rendimento ed una riduzione massima delle perdite di metallo.

Il fattore di potenza di forno da 30 kW è dell'85 per cento; quello da 60 kW alquanto meno; il carico, stabilissimo, corrisponde ad un ottimo funzionamento della centrale. La quantità di ottone fuso per kilowatt-ora varia da 3,4 a 5 kg dipendentemente dalla potenza applicata e dalla natura della carica. (La cifra teorica indicata dal *Bureau of Standards* è, per certe determinate condizioni, di 5,7 kg). Rispetto al forno consueto a crogiuoli usato nelle fonderie, la spesa per la costruzione e quella per il riscaldamento si equilibrano; risparmio notevole ha luogo nella mano d'opera e per l'eliminazione dei crogiuoli. Inoltre, la perdita in metallo è ridotta ad una media inferiore all'1 per cento ed il 5 al 10 per cento di più viene a contribuire alla produzione anzichè essere perduto come residuo. La qualità dell'ottone riesce poi, per la perfetta regolazione di temperatura e del trattamento termico, ottima, e dà luogo ad un minimo di scarti. Il

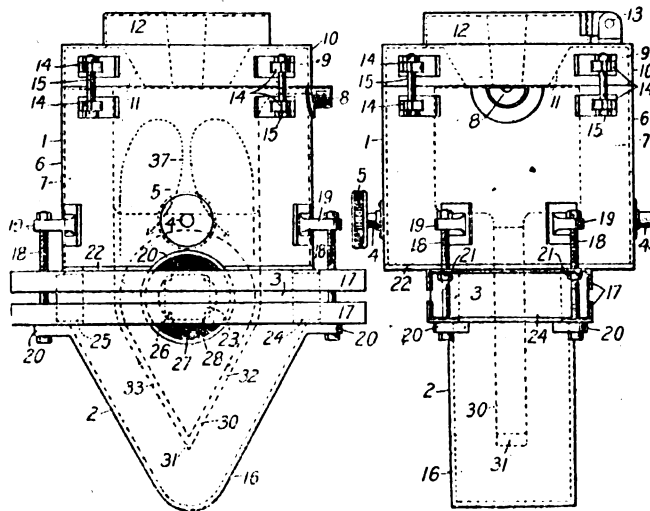



Fig. 8.

forno è costruito in due tipi, l'uno oscillante intorno a perni disposti secondo un asse mediano e l'altro, contrappesato, girevole intorno al becco di colata e permettente quindi una colatura diretta entro le forme. Il tonnellaggio totale d'ottone fuso *giornalmente* negli Stati Uniti, con forni di questo tipo, compresi quelli in costruzione, ammonta a 680 tonnellate circa.

Il Dr. Northrup ha introdotto nell'industria un forno dotato di fattore di potenza soddisfacente ed alimentato da correnti da 10 000 a 12 000 periodi per secondo, fornenti effetti induttivi grandiosi senza collegamento magnetico, per la qual cosa è attuabile l'impiego di un crogiuolo o cuore a pareti cilindriche ed è superflua la presenza di una colonna fusa funzionante da elemento di resistenza. Rispetto agli altri tipi, il forno possiede una grande elasticità di impiego; ed è per esempio possibile fondere tutto il contenuto del cuore, vuotarlo e ricaricarlo con materiale solido, cambiando, se del caso, la miscela. Si è trovato più conveniente (per potenze sotto 20 kW per fase e quindi 60 kW per forno trifasico) usare come sorgente, la scarica oscillatoria di un gruppo di condensatori; variando capacità ed induttanza sarà possibile ottenere la frequenza desiderata. La corrente è fornita al voltaggio esistente a 60 periodi ed elevata ad 8000 volt: i condensatori si scaricano sotto questa tensione appena agisce lo spinterometro e le correnti passano in una bobina inducente circondante il crogiuolo o massa da riscaldare (fig. 9). La potenza per ogni unità ammon-

tante a quanto sopra è stato detto, (con un fattore di potenza del 70 per cento) è limitata dalla presenza del generatore ad alta frequenza; con un generatore a corrente sinusoidale azionato meccanicamente la capacità è forse senza limiti. La telegrafia senza filo dispone già di perfetti apparecchi per la produzione di corrente ad alta frequenza che hanno sostituito o sostituiranno nelle grandi stazioni le installazioni statiche. Dato però che essi sono piuttosto costosi si è pensato di progettare un tipo speciale di generatore economico, adatto per il funzionamento di

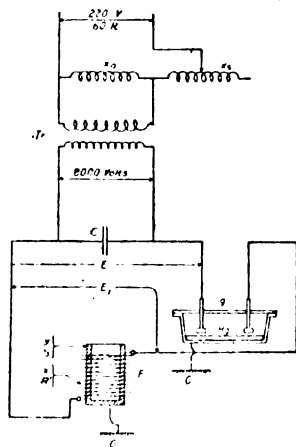



Fig. 9.

questi forni ed offrente una capacità di qualche centinaio di kilowatt; il generatore, leggero e di piccole dimensioni, funzionerà a grandissima velocità, azionato direttamente da una turbina a vapore.

Usando questi tipi ad alta frequenza, il rendimento del forno è del 40 per cento circa se la corrente è ottenuta con dispositivi statici, e colla corrente alternata fornita da un alternatore sale all'80 per cento; tenuto conto però del rendimento dell'alternatore, il rendimento totale non supera il 48 per cento. Il forno ad alta frequenza sta prendendo largo sviluppo per la fusione e raffinatura dell'argento e per la fusione del platino.

Per riassumere, un confronto fra i due tipi più importanti di forni, il Wyatt ed il Northrup si presenta in questi termini: Il forno Wyatt è quello, fra tutti i forni, che presenta il maggior rendimento; è semplicissimo nella sua costruzione e nel suo funzionamento, possiede ottime caratteristiche elettriche (fattore di potenza dell'ordine del 0,80); costruito al presente nella sola forma monofase, può senza dubbio essere fatto per l'utilizzazione di correnti bifasi e trifasi. I piccoli esemplari hanno maggiore elasticità di comportamento, ma certamente sono di impianto più dispendioso. Dato poi che una parte della carica deve sempre rimanere nel forno, non è praticamente attuabile un frequente cambiamento di miscela; e per la necessità di una carica liquida all'inizio, l'avviamento di questo tipo di forno non è dei più spediti. Per un funzionamento intermittente è necessario mantenere nel forno una piccola corrente (corrispondente ad es., ad 8 kW per un forno da 60 kW), onde supplire alle perdite di calore. Leghe ad alto tenore di piombo danno generalmente luogo ad impregnazione nel rivestimento, ma cambiando la natura di questo, l'inconveniente può essere eliminato.

Nel forno Northrup, data la quantità minima di materiale refrattario impiegato, questo non assorbe molto calore; il rendimento è però basso per altre ragioni ed il costo di impianto elevato a causa del generatore ad alta frequenza; quindi detto forno non può competere al Wyatt nelle applicazioni per le quali quest'ultimo si presta bene. Piuttosto, il Northrup appare conveniente nella fusione intermittente od a temperature molto elevate, come è il caso delle leghe di acciaio, metalli preziosi, e per le operazioni metallurgiche, in genere, che richiedano temperature molto elevate.

G. Elliot.

* *

TELEGRAFIA, TELEFONIA, SEGNALAZIONI.

R. REGNONI — **Posa di due cavi telegrafici sottomarini attraverso lo stretto di Messina.** (Riv. Tecn. Ferrovie Italiane, anno X, vol. XIX, n. 4, aprile 1921).

L'Amministrazione delle Ferrovie dello Stato non possedeva finora tra la Sicilia ed il Continente mezzi di comunicazione telegrafica sui quali potesse fare assegnamento sicuro. L'unico circuito collegante tra loro le stazioni ferroviarie di Messina, di Villa S. Giovanni e di Reggio era di proprietà dei RR. Telegrafi e comprendeva sette uffici di cui due governativi, in modo che l'inoltro della corrispondenza telegrafica tra la Sicilia ed il Continente riusciva difficoltoso. Per di più la frequente necessità di comunicazioni urgenti locali da parte del Servizio Navigazione relative al movimento dei *ferry-boats*, specialmente in certi periodi dell'anno, come p. es. durante la campagna agrumaria, faceva subire notevoli ritardi alla corrispondenza di servizio.

Nel 1904 erano state anche installate dalla Società delle Ferrovie Sicule a Messina, a Reggio ed a Villa S. Giovanni tre stazioni radiotelegrafiche di piccola potenza per disimpegnare le dette comunicazioni di carattere locale. Ma, specie in questi ultimi anni, e dato il tipo antiquato delle stazioni, la corrispondenza era resa quasi impossibile dal fatto che il funzionamento continuo della vicina stazione radiotelegrafica impiantata dalla R. Marina sulla Punta Peloritana presso Messina con altre stazioni o con navi in viaggio, impediva per lunghi periodi di tempo la comunicazione tra le predette stazioni radiotelegrafiche ferroviarie.

Recentemente, sentendosi maggiormente, con la ripresa regolare del traffico nello stretto, l'insufficienza dei mezzi di comunicazione, si venne nella determinazione di posare attraverso lo Stretto di Messina due cavi sottomarini a due conduttori ciascuno, in modo da poter realizzare con essi due comunicazioni telegrafiche e due comunicazioni telefoniche in simultanea: una per le comunicazioni locali, l'altra per le comunicazioni intercompartimentali, innestando la coppia dei conduttori ai circuiti telegrafico telefonici in progetto Napoli-Reggio e Palermo-Messina.

L'Amministrazione ferroviaria affidò quindi alla Società Pirelli e C. con contratto 22 maggio 1920 la fornitura e la posa in opera nello Stretto di Messina di due cavi sottomarini.

Ognuno di questi cavi comprende due conduttori costituiti da una cordicella di sette fili di rame del diametro di mm 0,8 coperti con tre strati di guttaperca sino al diametro di mm 6,8. L'insieme così ottenuto è avvolto con un nastro di tela tannata e con un nastro di cotone largo 20 millimetri e dello spessore di circa mm 0,1 disposto ad elica con bordi sovrapposti per impedire l'azione delle teredini. Due anime come innanzi descritte sono cordate insieme con riempitivi di juta tannata e ricoperte da un'armatura costituita da quindici fili di ferro zincato di mm 5 di diametro, catramati, avvolti anch'essi ad elica ed aventi complessivamente un carico di rottura superiore alle undici tonnellate. Infine anche l'armatura è coperta da due fasciature di juta catramata avvolte in senso contrario e spalmate di miscela catramosa. Il diametro totale del cavo risulta di circa mm 36 ed il peso di circa kg 3,15 a metro.

La ditta garantì per il cavo in parola le seguenti caratteristiche elettriche:

Resistenza ohmica di ciascun conduttore non superiore a 5 ohm internazionali per chilometro alla temperatura di 15° C. Capacità elettrostatica di ciascun conduttore misurata dopo 15 s. di carica, rispetto al complesso dell'altro conduttore e dell'armatura messi a terra, non superiore a 0,18 microfarad per chilometro. Resistenza di isolamento (misurata applicando alternativamente in un senso e nell'altro una d.d.p. di 400 volt sulle anime ed a cavo ultimato una d.d.p. di 100 volt dopo un minuto primo di elettrizzazione) non inferiore ai 2000 megohm per chilometro alla temperatura di 15° C. Tutte le misure eseguite in fabbrica sulle anime, a bordo all'atto dell'imbarco, ed infine da terra a posa ultimata fornirono risultati compresi nei limiti delle suddette condizioni.

Il cavo fu imbarcato a fine settembre a Spezia presso lo stabilimento della Ditta Pirelli sulla R. Nave posa-cavi « Città di Milano ». La nave partì per eseguire riparazioni sui cavi di proprietà del Ministero delle poste e dei telegrafi, avendo a bordo, oltre che il personale della R. Marina, personale specializzato della Ditta Pirelli ed un rappresentante dell'Istituto Superiore postale telegrafico.

Avendo dovuto, anche a causa della stagione avanzata e poco favorevole, trattenersi lungamente tra le Eolie, la nave si potè trovare nelle acque di Messina solo la mattina del 6 novembre. Imbarcato il rappresentante delle Ferrovie dello Stato, si procedette senz'altro nella giornata stessa alla scelta delle località di approdo, che vennero fissate, sulla costa Sicula, in prossimità della foce del torrente Naera a circa 600 metri a sud dal fabbricato viaggiatori della stazione di Messina Centrale e, sulla costa Calabra, a circa 700 metri a sud del fabbricato viaggiatori della stazione di Catona.

Il vento e l'incostanza del tempo impedirono nel pomeriggio e nella giornata seguente (domenica 7 novembre) di iniziare i lavori di posa e costrinsero la nave ad ormeggiarsi nel porto di Messina. Nel lunedì e nel martedì successivi si potè finalmente procedere alla posa dei due cavi: il giorno 8 si posò il cavo verso nord, il giorno 9 quello verso sud. La posa si svolse in condizioni notevolmente difficili date le fortissime correnti marine dominanti lo stretto e la impossibilità per una nave così grande di avvicinarsi troppo alla costa. In attesa che venissero costruiti i casotti d'approdo in muratura, le teste dei cavi furono attaccate ciascuna ad un palo di legno portante due scaricatori: uno per conduttore. Quando, e si spera possa essere molto presto, saranno approntate le linee aeree di allacciamento tra gli approdi e le stazioni di Villa S. Giovanni, Reggio e Messina, un nuovo potente ausilio verrà ad aggiungersi ai mezzi che rendono possibile lo svolgersi del traffico tra il Continente e la Sicilia.

* *

TRASMISSIONE E DISTRIBUZIONE.

R. TRÖGER — **Grandi trasmissioni.** (E. T. Z., 1920, vol. 41, pagg. 905 e 927).

Il problema delle grandi trasmissioni ha negli ultimi tempi oltrepassato la giurisdizione delle imprese private, e tende fatalmente a diventare un servizio dello Stato, tant'è vero che dei 2153 km di linee

di trasmissione ad altissima tensione in esercizio o in costruzione in Germania i 4/5 appartengono allo Stato. Disgraziatamente sistema, trifase, tensione, centomila volt, frequenza, 50 periodi, non sono il risultato di un esame del problema nella sua importanza ed estensione attuale, ma la conseguenza di un'iniziativa di guerra, la linea Bitterfeld-Golpa-Berlino, cosicchè sarebbe prudente di istituire questa ricerca prima di procedere oltre.

Converrebbe anzitutto sostituire al trifase un « trifase doppio a quattro conduttori » col punto di contatto fra i due trifasi accoppiati messo a terra, e ciò per evidenti ragioni di economia di materiale, e per poter più facilmente provvedere a grosse utenze monofasi, forni e trazione.

Per quanto riguarda la tensione, la rete dovrebbe fin d'ora esser prevista per raggiungere, senz'altre modificazioni, i confini dello stato, e scelta in modo da ridurre al minimo il costo medio di trasporto in Pfennig per kWh

$$p = \frac{C + K}{L}$$

essendo il valore dell'energia annualmente perduta sulla linea

$$C = 8760 \frac{P^2}{E^2} k^2 R l c ,$$

l'importo degli interessi, ammortamento e manutenzione

$$K = \frac{z}{100} l s ,$$

il numero dei Wh erogati a fin d'anno

$$L = 8750 \, m \, P - 8760 \frac{P^2}{E^2} k^2 R l ,$$

il costo di un Wattora al principio della linea

$$c = \frac{c_1}{m} + c_2 ,$$

il costo di un kilometro di linea, compresa la quota parte delle sottostazioni terminali

$$s = c_3 + c_4 E$$

Col solito procedimento si ottiene per la tensione più economica

$$E = \sqrt[3]{A + \sqrt{A^2 - B^3}} + \sqrt[3]{A - \sqrt{A^2 - B^3}}$$

dove

$$A = \frac{100 \, k^2 \, R \, P}{c_4 \, m \, z} \left(8760 \, c_1 \, P + 8760 \, c_2 \, m \, P + \frac{z}{100} c_3 \, l \right)$$

e

$$B = \frac{1}{m} k^2 R l P ;$$

ancora da rilevare che l'A. per « k » intende la radice del rapporto fra l'integrale in un anno dei quadrati della corrente e il valore che avrebbe il medesimo integrale qualora la corrente si mantenesse costantemente al valore massimo, ed « m » il coefficiente di utilizzazione.

Per i valori numerici delle diverse costanti l'A. dalle circostanze locali è indotto a fissare una distanza di trasmissione « l » di 300 km, a prevedere per « P » 50 e 75 000 kW; prende i dati dell'anteguerra per i costi, affermando che non variano i risultati, quando i costi variino proporzionalmente, e determina perciò $c_1 = 0{,}5 \times 10^{-3}$ e $c_2 = 0{,}6 \times 10^{-3}$ Pf/Wh, mentre assume $c_3 = 1{,}233$ o $1{,}333 \times 10^6$ e $c_4 = 4{,}3$ o $5{,}5$ a seconda si tratti di trasmettere 50 o 75 000 kW; stima finalmente $k = 0{,}62$ per $m = 0{,}6$ e $k = 0{,}53$ per $m = 0{,}5$, e pone $z = 10\%$.

Questa complessa applicazione della regola economica di Thomson porta a una tensione concatenata di 182,3 kV per $m = 0{,}5$ di 194,5 kV per $m = 0{,}6$ se la potenza trasmessa è di 50 000 kW, e di 218 e di 233 se è di 75 000.

Altri problemi si propone in seguito l'A., introducendo numerose altre notazioni, e moltiplicando i dati numerici, i diagrammi e le tabelle: così mette in rapporto la lunghezza e la sezione della linea colla tensione e la potenza installata e col fattore di potenza; studia l'influenza di quest'ultimo sullo sfruttamento di una trasmissione, se limitato dal riscaldamento dei conduttori; considera il comportamento economico di una trasmissione in relazione al rendimento in energia nel periodo di un anno e in dipendenza del coefficiente di utilizzazione e del fattore di potenza per il carico massimo; studia l'influenza economica dei diversi tipi di utenze, come luce, motori sincroni e ad induzione, trasformatori, attraverso i fattori di potenza capaci di determinare, mettendo in evidenza il vantaggio che si avrebbe da un maggiore impiego dei motori sincroni; dubita invece della convenienza economica di intervenire coll'azione di appositi motori sincroni funzionanti come condensatori rotanti.

Ragionando sulla rete della Baviera a centomila volt afferma che il passaggio del fattore di potenza del carico da 0,9 a 0,75 determinerebbe una perdita annua di venti milioni di kWh; studia infine l'influenza del fattore di potenza sul regolaggio della tensione, concludendo per la possibilità di un regolaggio di gran lunga più economico, se fatto all'infuori dell'impiego dei condensatori rotanti.

Il lavoro dell'A. ha dato luogo presso il V. D. E. a una lunga discussione, che si è intrecciata con quella sulla comunicazione dello Schrottke, di cui a pag. 333 dell'Elettrotecnica.

G. R.

* *

TRAZIONE.

E. R. SHEPHARD — **L'influenza delle sottostazioni automatiche nella attenuazione dei fenomeni di elettrolisi.** (E. R. J. 30 aprile 1921. pag. 805).

Fra i varii metodi proposti per attenuare i fenomeni di elettrolisi originati nel sottosuolo delle città dalle correnti tramviarie, il più efficace è considerato quello di aumentare i centri di alimentazione della rete. Colle sottostazioni comandate a mano, ragioni di economia d'esercizio ponevano un limite molto ristretto a tale aumento mentre l'entrata nel campo pratico delle sottostazioni automatiche, ha agevolato assai il loro accrescimento.

Le tramvie urbane di De Moines (Iowa) U. S. hanno completato recentemente un impianto di sottostazioni automatiche che è il più esteso della regione, e su di esso vennero eseguite misurazioni e prove assai interessanti.

Mancavano dati precisi relativi ai fenomeni elettrolitici nel periodo antecedente all'istallazione delle sottostazioni automatiche; dai calcoli appariva come dovesse esistere un gradiente di potenziale molto elevato lungo tutta la rete e differenze di potenziale notevoli fra i binari e le tubazioni sotterranee. Qualche misura, confermò le cattive condizioni dell'impianto rispetto a tali fenomeni.

Prima della trasformazione, tutta la rete tramviaria era servita da un solo centro, con distanze di alimentazione di 5 km e più. Attualmente sono invece in funzione 6 sottostazioni automatiche in città, e 2 automatiche ed 1 a mano nei sobborghi per il servizio delle linee interurbane. Ciascuna sottostazione è equipaggiata con una convertitrice rotante da 500 kW e le distanze di alimentazione non sono superiori, in generale, ai 2 km. Lo sviluppo complessivo dei binari è di 135 km circa e quindi ciascuna sottostazione serve meno di 16 km di binario. Una convertitrice eguale a quelle delle sottostazioni è installata nella centrale e provvede al carico notturno dopo che tutte le sottostazioni si sono staccate. Due delle sottostazioni hanno funzione di « tampone » ed entrano in servizio solamente durante le punte di carico, mentre le rimanenti lavorano circa 19 ore sulle 24. La tensione d'esercizio è graduata, in relazione alla distribuzione del carico, nei periodi di traffico più intenso come segue: 650 Volt per le sottostazioni più lontane; 625 Volt per quelle centrali e 600 Volt per le sottostazioni tampone.

Ciò allo scopo di ripartire convenientemente il carico fra le varie sottostazioni. Quando il carico si abbassa le sottostazioni che lavorano alle tensioni più basse sono le prime a staccarsi. Per evitare che le due sottostazioni tampone intervengano inutilmente, gli interruttori delle linee trifasi ad alta tensione che le alimentano, si chiudono solo dopo che il traffico ha raggiunto una intensità tale da consentire alle due sottostazioni di rimanere inserite anche con leggeri abbassamenti del carico.

Le misure delle tensioni vennero eseguite per mezzo di 50 fili piloti concessi dalla compagnia telefonica urbana. I fili vennero collegati ai binari in diversi punti e terminavano alle varie cabine della compagnia. Le medie dei valori misurati, risultarono tutte inferiori ai 10 Volt; alcuni valori eccezionalmente elevati erano dovuti, al cattivo stato delle connessioni fra le rotaie, o del binario. Il valore più elevato del gradiente di potenziale fu riscontrato su di un tratto di 900 metri circa e risultò di 2 Volt ogni 300 metri; su altro tratto si rilevarono valori di 1,4 — 1,8 Volt ogni 300 metri.

La ragione di tali cifre piuttosto elevate deve ricercarsi nel carico eccezionale in quei tratti. Trattandosi però di tratti brevi i fenomeni di elettrolisi non si presentavano ivi più gravi che nel rimanente della rete.

In tutte le altre zone i valori del gradiente di potenziale risultarono tutti entro i limiti considerati in pratica come soddisfacenti.

Le differenze di potenziale fra i binari e le tubazioni dell'acqua vennero rilevate in 75 punti a mezzo di apparecchi registratori che davano diagrammi di mezz'ora. I valori più elevati — fino a 2 Volt — si riscontrarono nei punti dove i binari erano in cattivo stato, mentre altrove si rilevarono differenze di potenziale di soli 0,25 Volt.

Nella zona bassa della città si riscontrarono valori negativi delle differenze di potenziale nei periodi durante i quali le sottostazioni tampone erano staccate e valori positivi — di circa 0,25 Volt, — quando tali sottostazioni erano in funzione.

Analoghe misure vennero eseguite per le reti dei cavi telefonici e le altre reti sotterranee.

Per migliorarne le condizioni si stabilì di allacciarle a tutte le sottostazioni in guisa da stabilire una specie di drenaggio elettrico del sottosuolo, disponendo le cose in modo che il collegamento potesse stabilirsi solo durante i periodi di funzionamento delle singole sottostazioni. A questo scopo verranno istallati presso ciascuna sottostazione speciali interruttori automatici comandati dai morsetti delle convertitrici, i quali inseriranno sulla sbarra negativa un cavo speciale di drenaggio al quale saranno allacciate le diverse reti di cavi sotterranei.

Le misure della corrente circolante nei tubi d'acqua vennero eseguite in 6 punti differenti, e si riscontrarono dovunque deboli correnti di 1,08 - 1,2 Amp. La corrente più intensa raggiunse i 5,15 Amp. in tre

tubi di ghisa paralleli, di mm 300 di diametro, nel punto in cui essi attraversano un fiume.

Venne misurata anche la resistività del terreno nel sottosuolo su 5 campioni prelevati durante lo scavo di trincee per la posa dei tubi da gas, e risultò in media un valore di 3100 ohm per cm $\times$ cm² per il terreno nello stato in cui fu raccolto e di 1800 ohm per i campioni inumiditi. Queste cifre però variano moltissimo da regione a regione.

Le prove eseguite mostrarono chiaramente come i fenomeni elettrolici risultino notevolmente ridotti dall'aumento del numero delle sottostazioni e come la buona manutenzione dei binarii, mentre contribuisce per se stessa ad attenuare tali fenomeni, sia condizione essenziale per l'efficacia di qualsiasi altro sistema di protezione.

(g. a. r.)

✱

W. NELSON SMITH — **Provvedimenti contro le correnti vaganti in Winnipeg** (Electric Railway Journal, 26 marzo 1921, vol. LVII, pag. 584)

In seguito a forti corrosioni nelle tubazioni dell'acqua il defunto Prof. A. Ganz, chiamato a studiare il problema dalle locali Autorità, aveva proposto nel 1915 di costruire una nuova sottostazione, di impiegare alimentatori negativi isolati e di stabilire un efficace controllo permanente delle cadute di tensione sulle rotaie e nel terreno.

Alcuni lavori in questo senso furono infatti compiuti dalla Società esercente nel 1917, finchè nell'anno successivo, intervenuto il potere legislativo del Manitoba a dar forza di legge ad alcuni dei suggerimenti del Ganz con l'« Electrolysis Act », la Società accettò di provvedere in maniera definitiva, dandone incarico allo scrittore dell'articolo qui riassunto.

L'A. osserva, che, mentre all'epoca del rapporto Ganz, unicamente applicata era la distribuzione a due fili, dopo la distribuzione a tre fili era stata introdotta con successo a Los Angelos in California, tanto che in seguito a questa prova il Bureau of Standards cominciava a raccomandare questo sistema come il più adatto a proteggere automaticamente cavi e tubazioni dalle correnti vaganti.

Perciò, anche in vista delle condizioni finanziarie della Società, l'A. prese in considerazione la possibilità di adottare questo sistema, tanto più che nel frattempo era stato applicato a Brisbane in Australia, a Omaha, a Milwaukee, a Springfield e a Wilmington negli Stati Uniti, e si proponeva per New Orleans.

D'altra parte l'impianto tramviario di Winnipeg, uno dei maggiori centri urbani del Canadà, si prestava particolarmente per una rapida e proficua trasformazione, in quanto, mentre aveva in esercizio vetture pesanti su binari leggeri, aveva le proprie sottostazioni quasi tutte con due gruppi convertitori, e il movimento avrebbe visto di buon occhio un maggior sezionamento delle linee per non aver da immobilizzare troppe vetture in caso di guasti alla rete aerea.

Nell'applicazione del nuovo sistema, allo scopo principale di diminuire il gradiente del potenziale, si adottò il concetto di rendere di polarità alternatamente opposta i successivi tronchi delle linee, sia ad uno che a due binari, stabilendo intorno a ciascuna sottostazione, salvo le eccezioni imposte dalle circostanze locali, tre zone concentriche e invertendo la polarità della media, e ciò per consiglio di E. R. Shepard del Bureau of Standards, che voleva con ciò assicurare, che le correnti vaganti drenate dai cavi, il drenaggio mercè le tubazioni era stato dall'Electrolysis Act interdetto, si mantenessero di segno costante.

L'A. descrive con qualche dettaglio le modalità con cui la trasformazione fu eseguita, senza interrompere il servizio, e gradualmente da sottostazione a sottostazione, senza acquistare nè una macchina di più, nè un metro di cavo, e anzi riducendo il numero delle sottostazioni, la cui complessiva capacità raggiungeva circa i 12000 kW. La trasformazione fu compiuta nel 1920 riducendo le cadute di tensione a seconda delle località da 11 a 3 volt da 10 a 4, da 5 a 1, da 12 a 2.

Il pericolo, che qualche macchina caricata in un senso rispetto alla gemella caricata in senso opposto, risultasse troppo carica, fu successivamente eliminato spostando i sezionamenti; questi, semplicissimi, non dettero luogo a nessuna difficoltà e a un solo incidente di qualche gravità dovuto a sbadataggine del personale.

Per il controllo permanente dei potenziali furono stese 38 miglia di fili piloti facenti capo a un apparecchio registratore opportuno.

L'Electrolysis Act prescrive, che la d. di p. non superi un volt per miglio, e 7 volt tra due punti qualunque della rete intesi come media tra le punte più alte e la media dei trenta minuti di massimo carico, escluse le giornate di esercizio anormale e in particolare le affluenze domenicali; queste condizioni furono ampiamente soddisfatte.

Nelle sottostazioni e nei punti di sezionamento tutto è predisposto, sia per poter passare dal sistema a tre fili a quello a due, sia per poter alimentare la intera rete nelle ore piccole da una sola sottostazione.

Il bello è, che la trasformazione ebbe origine dai gravi danni riscontrati alle tubazioni e alle costruzioni in cemento armato; ora l'A. crede di poter dimostrare da una serie di ricerche che sta svolgendo, che la particolare natura del sotto suolo della città, al pari di quella di altri centri canadesi, particolarmente ricca di sali, sia già di per sè sufficiente a determinare i danni in parola all'infuori di ogni intervento di correnti vaganti.

G. R.

CRONACA

CONGRESSI.

I Congressi, a Trieste, della « Società Italiana per il Progresso delle Scienze » e della « Società Italiana di Fisica ». — Dall'8 al 13 settembre, la *Soc. Ital. per il Progresso delle Scienze* (S. I. P. S.) ha tenuto a Trieste la sua XI Riunione Annuale, riuscita imponente per numero di intervenuti, per il numero e l'importanza delle questioni trattate, per l'accoglienza indimenticabile ricevuta dai congressisti in talune gite, massime in quella a Parenzo.

Gli intervenuti erano divisi in tre grandi gruppi (classi) suddivisi in sedici Sezioni come segue:

Classe A: Matematica; Astronomia e Geodegia; Meccanica applicata, Ingegneria, Aerotecnica; Fisica e Geofisica; Chimica ed applicazioni; Mineralogia e Geologia; Geografia; Storia delle Scienze.

Classe B: Zoologia; Antropologia; Anatomia, Fisiologia, Patologia; Botanica ed applicazioni; Scienze ed Industrie del mare.

Classe C: Storia, Archeologia e Storia dell'Arte; Glottologia e Filologia; Scienze giuridiche ed economiche.

La *Soc. Ital. di Fisica* ha tenuto anch'essa, negli stessi giorni, la propria Riunione Annuale a Trieste; le sue sedute sono state abbinate a quelle della Sezione IV (Fisica e Geofisica) della Classe A.

Il Congresso fu inaugurato il giorno 8, alle ore 17, nel Teatro Verdi, alla presenza del Ministro della P. I., Senatore Corbino, con due discorsi, l'uno del venerando senatore Attilio Hortis, l'altro del Prof. Nasini, presidente della Società, discorsi vibranti di italianità e di fede nel contributo che la scienza può dare al benessere intellettuale e materiale dell'umanità; ad essi rispose felicemente il Ministro, osservando che se la scienza fu il fattore primo della vittoria dell'Intesa ed intervenne con l'ausilio dei suoi potenti mezzi di distruzione, solo la scienza può risanare il mondo dalle spaventevoli rovine che la guerra richiese.

Nei giorni successivi ebbero luogo, mattina e pomeriggio, le riunioni di Classe e di Sezione, alle quali furono complessivamente presentate circa 250 comunicazioni. Fra quelle che più si avvicinano all'indole degli argomenti trattati dal nostro giornale, noteremo quelle del *Puccianti*, (Un nuovo modo di presentare il campo elettro dinamico), ricca di esperienze interessanti, del *Valle* (Studi sulle scariche elettriche), del *Gianfranceschi* (Sul moto assoluto e la relatività generale), seguita da discussione, del *Polvani* (Ricerche spettroscopiche sulla scintilla e sull'arco elettrico), del *Collodi* (Proprietà ottiche del bismuto nel campo magnetico), dello *Gnesotto* (Deformazioni magnetiche), del *Bordoni* (I problemi attuali della Fotometria). Destarono anche molto interesse le comunicazioni, in altri campi, del *Bruni* (Sulla chimica della gomma), del *Ciamician* (Il significato biologico degli alcaloidi nelle piante), del *Bonfante* (Il regime delle acque, dal diritto romano al diritto moderno), del *Pogatschnig* (Sulla Basilica Eufrasiana di Parenzo), del *Majorana* (Sulla gravitazione), del *Delvecchio* (Moderne concessioni del Diritto), del *Gini* (La guerra dal punto di vista eugenetico), del *Chiovenda* (La riforma del procedimento civile), del *Pincherle* (Spigolature nel campo del calcolo funzionale), e così via.

Riuscirono assai bene le gite che i Congressisti, per cortese invito del Comitato ordinatore delle riunioni, ebbero modo di compiere a Parenzo, agli importantissimi Cantieri Navali esistenti presso Trieste, alle meravigliose grotte di S. Canziano e di Postumia, alle miniere di Idria, ai campi di battaglia.

Nelle ultime sedute, ebbe luogo la rinnovazione alle cariche sociali. Daremo appena possibile l'elenco completo per la *S. I. P. S.*, che ha eletto a Presidente il Prof. Bonfante ed a Vice-Presidente l'On. Ing. A. Ciappi; quanto alla *Soc. Ital. di Fisica*, fu eletto Presidente il Prof. A. Garbasso, Vice-Presidente il Prof. Q. Majorana, Consiglieri i Proff. L. Amaduzzi, C. Bonacini, U. Bordoni, G. Gianfranceschi, G. Valle, F. Vercelli, Bibliotecario il Dott. G. Polvani, Segretario il Dott. Del Lungo.

Errata corrige.

Nell'articolo pubblicato nel N. 24: **Studio teorico sperimentale sulle capacità dei cavi trifasi cordati** del Dott. SACCHETTO l'A ci prega di fare le seguenti modificazioni sostanziali:

Pag. 533 — Riga 20: dopo «determinante» *aggiungasi:* nei coefficienti delle V'';
» 534 — In fondo al «Caso della simmetria» *aggiungere:* Nel caso della simmetria le tre ultime relazioni del sistema (7) diventano per $V_0 = 0$:

$$Q_1 = \gamma_{11} V_1 + \gamma_{12} (V_2 + V_3) \qquad (8)$$

» 535 — Fig. 5 e 7: C_{10} al posto di C_{12} nelle capacità verso terra (disco nero).
» 538 — Formula 5ª: C_{10} davanti alla frazione del secondo membro.
» 538 — 2ª colonna: il fattore j davanti agli esponenti di ε.
» 541 — Formula 1ª: il 2 è l'esponente del termine $\left(1 + \frac{s}{d_r}\right)$.

TEDESCHI GIOVANNI FU GIOVANNI, *gerente responsabile* ARTI GRAFICHE VARESINE - VARESE

VOL. VIII (XXV degli Atti) 5 Ottobre 1921 N. 27

L'ELETTROTECNICA

GIORNALE ED ATTI DELLA

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

REDAZIONE ED AMMINISTRAZIONE: VIA SAN PAOLO, 10 - MILANO - TELEFONO N. 20-86

REDATTORE CAPO: A. BARBAGELATA - REDATTORI U. BORDONI - M. SEMENZA - G. VALLAURI

È GRADITA LA COLLABORAZIONE DEI LETTORI - GLI ARTICOLI DI INTERESSE GENERALE ACCETTATI DALLA REDAZIONE SONO COMPENSATI

I MANOSCRITTI NON SI RESTITUISCONO

LA XXVI RIUNIONE DELL'A. E. I. IN SICILIA

Nell'Ottobre del 1903, come appendice alla settima riunione annuale dell'A. E. I. tenutasi in Napoli, un buon gruppo di soci si spingeva in gita a Palermo, festosamente accolto dai colleghi dell'isola. Da allora data, si può dire, l'idea e per moltissimi il desiderio, di un congresso sociale in Sicilia; per ben tre volte fu formulato un programma di massima vivamente caldeggiato dalle Sezioni di Catania e di Palermo e per tre volte luttuose e gravi circostanze costrinsero ad abbandonare l'idea. Oggi finalmente, il desiderio per tanti anni accarezzato sta per tradursi in atto; i colleghi siciliani hanno dato tutto il loro fervido entusiasmo all'organizzazione di un programma che non potrebbe essere più attraente, ed i consoci di tutta Italia hanno risposto con altrettanto entusiasmo al cordialissimo invito. Oltre 250 sono gli iscritti al congresso, ciò che costituisce quasi un massimo assoluto nella storia delle riunioni annuali, e lo è indubbiamente in via relativa se si pensa all'entità degli spostamenti per molti richiesta ed all'insolita durata della riunione. E, nei giorni successivi alla chiusura della iscrizione, fu un continuo affluire, all'Ufficio centrale, di lettere e di telegrammi dei ritardatari ai quali si dovette con dispiacere negare l'iscrizione.

E' lecito quindi affermare fin d'ora la più completa riuscita del Congresso, mentre è superfluo ritornare sulle attrattive della parte turistica di esso; i nomi che ricorrono nel programma ufficiale sono altrettante evocazioni: evocazioni di incomparabili bellezze naturali, o di monumenti di una civiltà più che bimillenaria e promettono ai convenuti alcuni giorni del più alto godimento intellettuale.

★

Ma anche per la parte tecnica, l'imminente riunione si annuncia interessante pur non essendo stato possibile dare ad essa quel carattere di discussione intorno a soggetti già noti, che necessariamente se pure faticosamente, i nostri congressi dovranno assumere nell'avvenire. Non è detto d'altronde che le comunicazioni inedite debbano essere necessariamente bandite da una riunione di tecnici; per determinati particolari argomenti esse saranno sempre necessarie. Così dicasi di quella specie di «impressioni d'America» in cui l'Ing. *Guido Semenza* ci esporrà alcune osservazioni maturate in lui durante il suo recente viaggio negli Stati Uniti; così dicasi della conferenza in cui l'Ing. *Auteri* illustrerà con proiezioni e cinematografie il funzionamento dei telefoni automatici. Comunicazioni di carattere generico saranno anche quelle dell'Ing. *Civita* sulla funzione creatrice delle imprese elettriche e del Prof. *Lombardi* sulle sovratensioni e sui sistemi di protezione. Di entrambe possiamo dare oggi un riassunto ed è quindi da augurarsi che esse possano dar luogo ad un po' di discussione.

All'infuori di queste, tutte le altre comunicazioni rientrano nel programma caratteristico della riunione toccando argomenti di interesse locale. Non è infatti senza particolare significato un congresso di elettrotecnici in Sicilia. Se in tutto il mondo assistiamo ad una generale progressiva «elettrificazione della civiltà», la Sicilia particolarmente può aspettarsi dalla elettrificazione una vera rinascita. Il suo terreno in gran parte fertilissimo ha bisogno d'acqua; di quell'acqua che, per sè stessa già non abbondante, è così spesso assorbita dai meati sotterranei del terreno di natura carsica. Dalla moltiplicazione degli impianti di elettropompe per l'estrazione e la distribuzione delle acque sotterranee, le risorse agricole dell'isola possono ricevere un magico impulso. L'Ing. TRICOMI, nella comunicazione che oggi pubblichiamo, ci dà un'idea di quanto già si sia potuto ottennere in questo senso e di quanto più si possa e si debba fare. L'industria dello zolfo è sempre stata una delle ricchezze caratteristiche dell'isola; ma se anche sono oramai scomparsi certi sistemi di sfruttamento che le resero un tempo tristemente famose, le zolfare della Sicilia devono ancora essere avvivate da tutti quei sussidî della tecnica moderna, dai trasporti, all'estrazione delle acque, all'illuminazione, che hanno permesso alle miniere estere di ridurre enormemente i loro costi di produzione. Ed anche in tale campo, come espone oggi l'Ing. ACANFORA, vastissimo è il compito ricavato all'energia elettrica.

Ora, la Sicilia per quanto montuosa — all'infuori dell'Etna solitaria e dominatrice coi suoi 3200 metri, parecchie cime si avvicinano ai 2000 — è assai povera di corsi d'acqua, sia per il suo clima, sia per il carattere dei suoi terreni che, come già detto, offrono spesso alle acque corsi sotterranei. Tuttavia notevoli impianti già si sono fatti o sono in avanzata costruzione. I congressisti avranno modo di visitare gli impianti dell'Alcantara, ed i lavori di quelli dell'Alto Belice — di cui parlerà particolarmente l'Ing. *Drago* — e di cui diamo notizia in una sommaria descrizione degli impianti e della distribuzione elettrica nell'isola. L'Ing. *Omodeo*, il suscitatore di tanti impianti elettrici in ogni parte d'Italia, e *magna pars* negli impianti Siciliani dovrebbe darci un interessantissimo quadro di tutto quanto si è fatto e si può fare nell'isola. Ma, per le ragioni già dette, l'isola non potrebbe bastare a se stessa in fatto di energia idraulica; donde la già antica idea di una trasmissione di energia elettrica dai grandiosi impianti della Calabria. L'attraversamento dello stretto di Messina oppone a tale progetto una difficoltà non ancora altrove superata, ed alla trasmissione con una grande campata aerea di 3500 metri od a quella con cavi sottomarini si può contrapporre l'idea di una vera galleria sottopassante lo stretto, sulla quale riferirà l'Ing. *Vismara*.

Ci auguriamo vivamente che su tutti questi problemi tanto interessanti, la discussione possa svolgersi animata e che da essa scaturisca l'impressione di una prossima attuazione di programmi tanto attraenti. Così, quando i congressisti lascieranno l'isola pieni di gratitudine per la cordiale ospitalità dei colleghi siciliani, vedranno sorgere nel loro animo e sovrapporsi alle recenti, indimenticabili impressioni di bellezza, la visione di una Sicilia ancora più bella; di una Sicilia riportata, dall'opulenza della sua agricoltura e dalla ricchezza delle sue miniere, che l'energia elettrica avrà messe in valore, ai massimi fastigî della prosperità già più volte raggiunti nella sua storia multisecolare e di cui fanno fede ancor oggi i monumenti che da oltre duemilacinquecento anni sfidano superbi l'ala del tempo.

LA REDAZIONE.

L'A. E. I., la quale a sensi del suo Statuto dovrebbe pubblicare i suoi Atti una volta all'anno, è giunta, a poco a poco, a dare gratuitamente ai suoi Soci una ricca rivista trimensile che costituisce ogni anno un grosso volume di circa 800 pagine. — Il notevole successo è dovuto essenzialmente al continuo incremento del numero dei Soci. — Nuovi ed importanti risultati potrebbe conseguire l'A. E. I. in un futuro prossimo, se ogni Socio si facesse centro di propaganda e, fra le sue conoscenze, procurasse almeno un nuovo iscritto all'Associazione.

LE IRRIGAZIONI LOCALIZZATE IN SICILIA IN RELAZIONE ALL'IMPIEGO DELLA FORZA MOTRICE ELETTRICA

Ing. B. TRIÇOMI

Comunicazione per la XXVI Riunione dell'A.E.I. in Sicilia — Ottobre 1921

Preliminari.

Il problema della irrigazione localizzata, importante quanto quello delle bonifiche, è stato da me studiato esaminando le condizioni della irrigazione nel Messinese dove sono terreni di permeabilità differenti, piccoli canali di irrigazione, pozzi a norie con motori a scoppio e con motori a vapore. Le caratteristiche idrografiche pressochè analoghe nelle varie Provincie della Sicilia consentono però di fare ritenere unica la soluzione del problema per tutta l'Isola.

L'irrigazione dei terreni agrari in Sicilia — non molto estesa — viene oggi massimamente fatta utilizzando le acque del sottosuolo portate a livello del terreno a mezzo di pompe e di norie azionate da forze motrici termiche ed animali. Le sfavorevoli condizioni geologiche e metereologiche non consentono le formazioni di fiumi sui quali attuare opere idrauliche per la grande utilizzazione dell'acqua a scopo irriguo, ma consentono che nei subalvei dei torrenti si accumuli una notevole quantità d'acqua dovuta parte allo immagazzinamento operato dai detriti durante le copiosissime pioggie invernali, e parte al lento scolo dei circostanti terreni permeabilissimi.

Queste acque formano dei veri corsi subalvei che molte volte si manifestano all'esterno affiorando per effetto della diminuita pendenza dell'alveo o a causa di ostacoli sotterranei, ma che in generale vanno a finire nel mare, dando però prima luogo a degli espandimenti laterali che possono considerarsi come delle vere falde acquee freatiche.

Il problema della irrigazione in Sicilia, consiste in gran parte quindi nel saper rendere utili le acque che sono nel suo sottosuolo, e la sua soluzione sta nel sostituire al concetto della grande canalizzazione il concetto della eduzione per la irrigazione localizzata.

L'agricoltore siciliano conoscitore delle condizioni naturali del suo paese, animato dal solo proposito di rendere sempre più produttiva la terra, senza alcuno incoraggiamento e senza alcuna organizzazione, è riuscito ad impadronirsi di una discreta quantità di queste acque.

Costruendo dighe sotterranee e gallerie filtranti nei subalvei dei torrenti (fig. 1), pozzi nella pianura alluvionale, ed impiantando com-

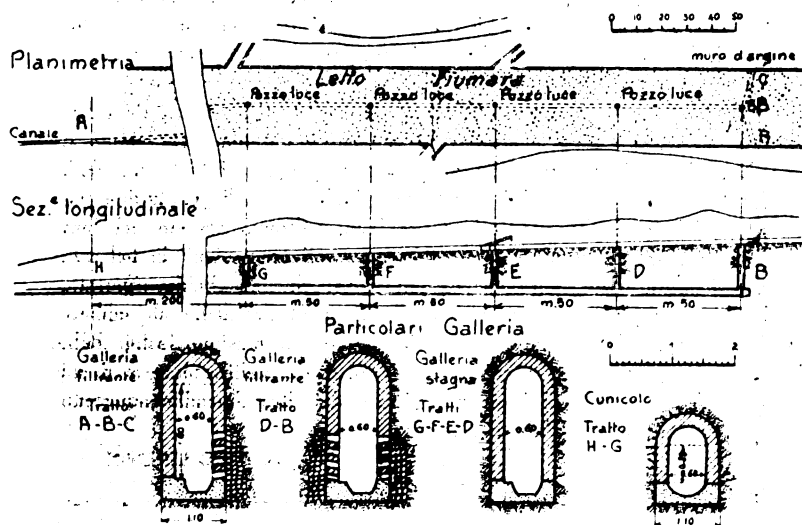



Fig. 1.

plessi termo-motori per la pompatura ha portato alla superficie le acque del sottosuolo trasformando in ubertosi agrumeti considerevoli estensioni di suolo incolto.

Su circa 111 000 ettari di terra irrigabile ed adatta alla coltura intensiva 67 000 poterono così essere resi produttivi. Molto resta ancora da fare.

Ora, quando si consideri che il reddito medio netto di un ettaro di terra coltivato ad agrumeto oscilla intorno alle lire 6000 annue, e che la produzione degli alimenti è di molto inferiore ai nostri bisogni, appare evidente l'urgenza e l'importanza dello studio del problema per la più rapida e adatta soluzione nell'interesse economico e morale dell'Isola che ha nelle sue forze latenti la base naturale della sua ascensione.

*

Stato attuale dell'irrigazione nel messinese.

I terreni del litorale Messinese sono in generale formati di roccie cristalline e di sabbie di eguale provenienza; le alluvioni occupano la parte bassa della costa ed i letti delle numerose fiumare che incidono l'anfiteatro costiero, le sabbie formano le colline che immediatamente si elevano formando la zona mezzalina.

Questi terreni rappresentano quanto di meglio si possa desiderare per la coltura dei limoni, dei verdelli (così si chiama il limone che viene a maturazione in estate) e dei cereali. La zona pianeggiante è stata in buona parte valorizzata, non occorrendo forte spesa per la sua sistemazione e riuscendo facile provvedere l'acqua per la irrigazione mercè la derivazione delle pochissime acque superficiali, di quelle subalvee e l'estrazione di quelle sotterranee mediante pompe e norie a pozzi.

Le opere d'irrigazione esistenti sono quindi prevalentemente opere di rintracciamento di acque sotterranee.

Esse possono essere raggruppate in due categorie:

a) opere di sbarramento nei subalvei dei torrenti, gallerie filtranti e dighe con canali di distribuzione per limitata utenza.

b) pozzi di rintracciamento disseminati nelle pianure alluvionali ed impianti elevatori con piccoli canali di distribuzione a servizio di ogni impianto.

Tra quelle del primo gruppo notiamo:

Galleria N. 1: *Torrente Pagliara*

- Galleria filtrante m 100
- Galleria di conduzione m 100
- Cunicolo smaltitore e canale principale m 5000
- Portata media minima estiva litri 15 al minuto secondo
- Superficie irrigata circa ettari 30
- Costo opere (prezzi odierni) L. 150 000
- Spesa annua di esercizio L. 30 000
- Costo impianto per ettaro L. 5000
- Spesa annua di esercizio per ettaro L. 1000

Torrente Agrò — Derivazione Ing. Interdonato.

Spesa impianti:

- Galleria filtrante m 700
- Acquedotto m 12 000
- Portata media minima estiva litri 50
- Superficie irrigata ettari 100
- Costo opere (prezzi odierni) L. 550 000
- Spesa annua di esercizio L. 71 000
- Costo impianto per ettaro L. 5500
- Spesa annua di esercizio per ettari L. 710

Galleria N. 2: *Torrente Pagliara*

- Galleria filtrante m 60
- Galleria stagna m 50
- Canali m 800
- Portata media minima estiva litri 35
- Superficie irrigata ettari 70
- Costo opere (prezzi odierni) L. 400 000
- Spesa annua di esercizio L. 50 000
- Costo impianto per ettaro L. 5700
- Spesa annua di esercizio per ettaro L. 720

Galleria N. 3: *Torrente Pagliara*

- Galleria filtrante m 400
- Galleria stagna m 500
- Canali m 200
- Portata media minima estiva litri 15
- Superficie irrigata ettari 30
- Costo opere (prezzi odierni) L. 250 000
- Spesa annua di esercizio L. 25 000
- Costo impianto per ettaro L. 8350
- Spesa annua di esercizio per ettaro L. 835.

Queste costruzioni trovansi lungo i subalvei dei torrenti della costa orientale dell'Isola, altre di uguale natura ed importanza trovansi nei torrenti: Mela, Zappulla, Niceto ecc. della costa nord nel Comune di Trabia della Provincia di Palermo, e nella Provincia di Catania e Siracusa.

Assai numerosi sono invece gli impianti moto-pompe e le norie a pozzi, come rilevasi osservando la cartina (fig. 2 - indicazione dei pozzi). Sono tutti impianti di limitata potenza e per piccole portate

variabili da 8 a 10 litri al minuto secondo. Il rendimento globale di ogni gruppo non supera il 50%; la superficie irrigata è variabile da 3 a 5 ettari per impianto.

La spesa annua di esercizio per ettaro irrigato ed il costo d'impianto variano sensibilmente da impianto ad impianto causa la di-

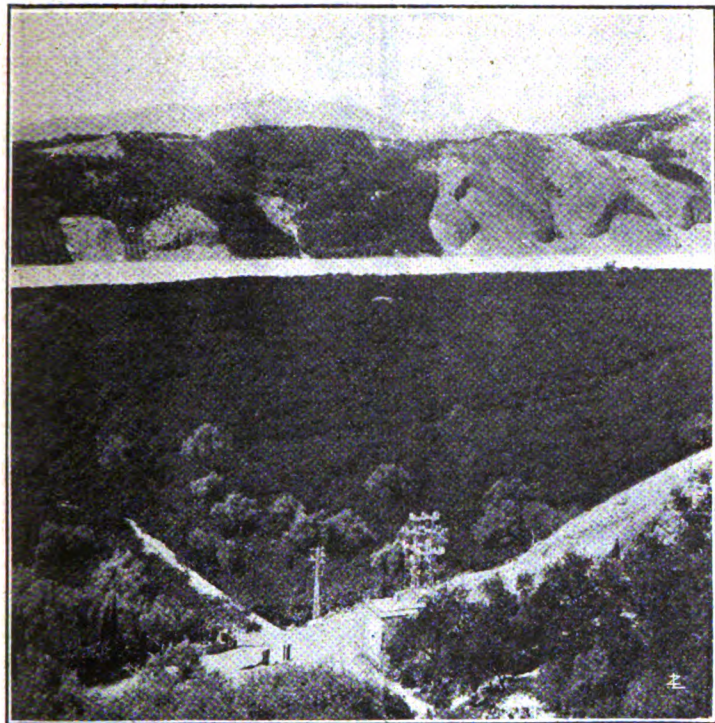



Fig. 2.

versa prevalenza dell'impianto, e le ore di funzionamento nell'anno sono diverse per ogni impianto a seconda l'utilizzazione.

Nella sola Provincia di Messina esistono impianti elevatori termomotori ed a norie per una potenza complessiva di circa 1500 kW.

★

Le gallerie filtranti non consentono il convogliamento di notevoli quantità di acque perchè, non essendo esse collegate ad impianti di sollevamento, vengono necessariamente costruite nell'alto o nel corso medio dei torrenti, dove cioè durante i periodi di prolungata siccità più rapidamente diminuiscono le portate subalvee, a meno che queste non siano alimentate da acque sorgenti provenienti dall'alto bacino e che, non appena passano dal lato roccioso al letto alluvionale, scompaiono e vanno ad alimentare il corso delle acque sotterranee. Parimenti i pozzi convogliano piccole quantità di acqua essendo limitata la zona d'influenza per ognuno di essi. Se si vuole una maggiore quantità d'acque è d'uopo studiare lo sfruttamento della parte bassa del corso dei torrenti, più ricca di acque sotterranee e più vicina all'alluvione litorale in cui le acque subalvee nel periodo invernale si espandono e quindi agiscono come un serbatoio di regolazione delle acque sotterranee, impiantare delle pompe per il sollevamento di queste acque alle diverse altezze per la irrigazione della zona mezzalina compresa tra la quota 50 e la quota 200. La parte più bassa dei torrenti è altresì più ricca perchè raccoglie tutti i tributi delle portate subalveari, compresi anche gli scoli della irrigazione a monte, scoli che, data la forte permeabilità dei terreni irrigui, raggiungono certamente proporzioni non trascurabili.

Per riuscire in ciò occorre costruire opere idrauliche alquanto più dispendiose di quelle avanti considerate, gallerie traversali e pozzi di presa, impiantare complessi meccanici, gruppi di elettropompe, che per la loro importanza e natura non possono sempre essere eseguiti dal singolo individuo (proprietario) come per la zona pianeggiante, ma da Enti industriali che per la loro competenza e per la loro organizzazione sono in grado di applicare agevolmente al problema la più adatta soluzione, tenuto conto dei progressi della tecnica. Il concorso dei mezzi meccanici nella maggiore misura possibile rappresenta quindi, tanto nel caso dell'azione individuale come nel caso dell'azione collettiva, una necessità assoluta che bisogna considerare nello studio dell'importante questione.

★

Impiego dell'energia elettrica per estendere la irrigazione.

Come avanti detto la utilizzazione locale dell'acqua sotterranea costituisce il punto di partenza per lo sviluppo della irrigazione in Sicilia, l'impiego dei congegni meccanici per la pompatura è il mezzo intensivo ed efficace per completare la utilizzazione senza bisogno di immobilizzazioni ingenti a reddito troppo differito.

La piccola elettro-pompa rappresenta secondo me il meccanismo elettromeccanico più adatto allo scopo, il suo facile impiego corrisponde al massimo dei desiderata per la realizzazione del progetto.

Per riuscire a ciò occorre naturalmente rendere disponibile nelle campagne, in ogni dove, l'energia elettrica a basso prezzo ed a tensione ridotta, occorre cioè costruire delle vaste reti elettriche agricole.

Questa indispensabile diffusione della elettricità nelle campagne, nuovo e promettente ramo dell'attività di noi elettricisti, è stata sino ad oggi resa impossibile a causa delle ben note difficoltà d'ordine economico che si offrono alla costruzione delle necessarie reti elettriche.

In America varie Società hanno costruite reti elettriche agricole; le analisi degli investimenti fatti e dei redditi ottenuti hanno dato su vari gruppi di linee analizzate un deficit medio dell'8,7%. Per superare tale grave difficoltà, in alcuni distretti come quello Southern Idaho l'utenza viene impegnata collettivamente al pagamento delle spese d'impianto e di un minimo mensile di consumo da farsi agli uffici della Società.

In altri come in quello di Milwaukee, nel nord, le Società si fanno pagare dagli agricoltori le spese di linea e di impianto ai prezzi praticati nei centri urbani con un sopraprezzo. In Francia la combinazione più adatta è risultata quella della sovvenzione a garanzia dell'interesse al capitale occorrente per questi lavori.

In una mia memoria stampata nel 1917 « *L'energia elettrica e l'irrigazione in Sicilia per lo sviluppo dell'agricoltura* » cercai di mostrare come anche da noi le Società Elettriche non possono svolgere questo vasto programma senza il concorso dello Stato nella spesa d'impianto delle reti elettriche ed indicai in una proposta la misura del concorso. La Commissione Reale per la irrigazione, valutando la portata pratica

Fig. 3.

della richiesta, propose al Governo uno schema di decreto che ad essa si informava. Il Governo, anche in considerazione dei prezzi esorbitanti dei combustibili, allo scopo di incoraggiare la elettrificazione

agraria emise il decreto legge 15 maggio 1919 n. 820 mercè il quale il concorso dello Stato stabilito agli art. 1 e 2 della legge 10 Gennaio 1915 n. 107 venne modificato ed esteso alle derivazioni ed elevazioni d'acqua a scopo d'irrigazione. Decreto semplice che avrebbe di molto avvantaggiata la costruzione delle linee elettriche per la irrigazione se nella sua applicazione gli organi statali a ciò preposti non ne avessero con le loro eccezioni svalutata la portata sino a renderlo nullo.

In quel periodo la Società Elettrica Peloritana, da me costituita massimamente per l'applicazione della elettricità alla irrigazione, fidando nel concorso dello Stato, come indicato dal Decreto, progettò ed eseguì nella regione Orientale dell'Isola, opere ed impianti per la pompatura elettrica dell'acqua sotterranea.

Il programma studiato comprendeva costruzione di cabine principali a 40 000 volt, linee di trasporto a 10 000 volt, cabine secondarie e reti a bassa tensione, impianti elettromeccanici per la pompatura dell'acqua, condotte forzate e canali per la distribuzione dell'acqua nella zona mezzalina fino a quota 200; un programma di impianti la cui esecuzione prevista in tre anni avrebbe consentito la completa elettrificazione di tutti gli impianti elevatori esistenti nella provincia di Messina per circa 1500 kW e la costruzione di nuovi impianti per una ulteriore potenza di 1100 kW capaci di rendere irrigui altri 3000 ettari di terra oggi completamente incolta.

La mancata corresponsione del concorso dello Stato nella spesa degli impianti elettrificati nei primi due anni arrestò lo svolgimento del programma.

Data l'importanza dell'esperimento ritengo utile dare qualche notizia, e sugli impianti eseguiti nella zona lungo il litorale Nord, fra Patti e Messina, e in quella orientale, fra Messina e Taormina e sui risultati ottenuti.

Impianti elettrici.

La cabina principale (fig. 3), in massima parte aerea, consta di un fabbricato a piano terreno alto m 5, lungo m 3,50, largo m 4,50 entro il quale sta un trasformatore di 300 kVA, 40 000/10 000 volt e si può con lievi modifiche posarne uno di riserva, un interruttore secondario a 10 000 volt in olio, un quadro telefonico.

Gli interruttori primari, gli apparecchi di protezione primari e secondari contro le sovratensioni e relativi comandi sono tutti all'aperto su appositi tralicci di linea (fig. 4 e 5).

Un locale adiacente alla cabina, di dimensioni analoghe, fu destinato a magazzino e piccola officina di riparazione. Il costo della cabina completata durante la guerra (parte muraria, parte aerea e macchinario) è stato di L. 50 000; ammontare certo assai limitato e non maggiore di quello presunto per una eguale cabina completamente all'aperto secondo l'uso americano con relativo posto telefonico. Tutto il

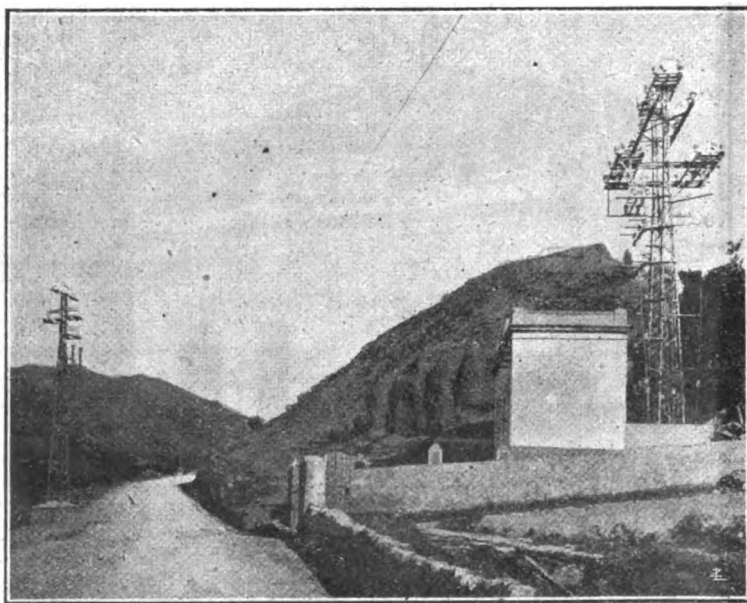



Fig. 4.

materiale impiegato è di costruzione italiana tranne i soli interruttori primari a 40 000 volt di fabbricazione svizzera; il trasformatore è della Savigliano.

Le linee secondarie di trasmissione a 10 000 V sono costruite con pali di castagno di produzione locale e con ganci porta-isolatori tipo Paderno (Richard Ginori).

Le cabine secondarie largamente disseminate nelle campagne sono del tipo all'aperto (fig. 6 e 7), il materiale tutto di produzione nazionale. Sono generalmente montate su pali di castagno e provviste di scaricatori a corna e di valvole ad alta tensione funzionanti anche da coltelli separatori allo scopo di escludere qualcuna di esse in caso di guasti, senza interrompere menomamente il servizio delle altre.

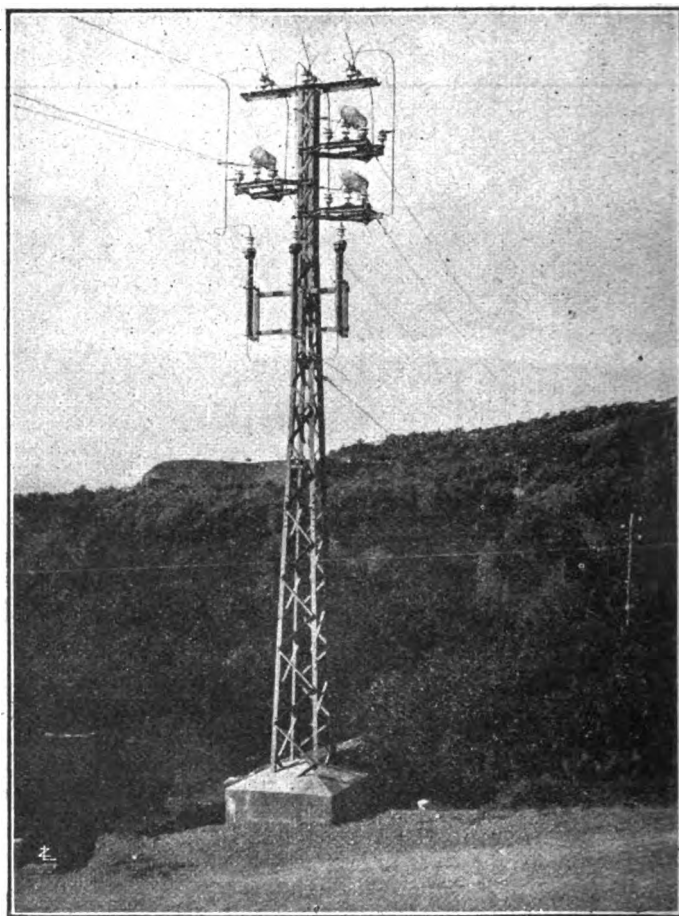



Fig. 5.

Qualcuna è montata su pali a traliccio dove è qualche biforcazione e sezionamento della linea.

I dati principali di costruzione sono:

Potenza cabina a 40 000/10 000 V, 300 kVA
Sviluppo di linee a 10 000 V, km 16,8
Cabine da 25 e 50 kVA, 10 000/275 V: 275 kVA
Sviluppo linee secondarie km 20
Impianti meccanici trasformati 22.

✶

Impianti idraulici.

Per raggiungere una notevole economia nell'impiego dell'energia si osservò subito che era necessario frazionare il terreno da irrigare in striscie e che il limite di convenienza veniva raggiunto quando il risparmio dell'energia (capitalizzato) eguagliava l'aumento o la diminuzione delle spese per le canalizzazioni riferite a due casi immediatamente vicini. Dagli studi eseguiti risultò che il più conveniente frazionamento di dislivello era dato da salti di 50 metri. Il tipo di pompa più adatto, la centrifuga, potendo funzionare in serie e raggiungere per una determinata portata costante qualunque prevalenza.

Come avanti detto, gli impianti idraulici non sono stati eseguiti perchè lo Stato non ha disposto per il pagamento della quota di concorso come stabilito dalla legge. Il nostro egregio Ing. Civita che di recente ha visitato gli impianti della Peloritana mi ha fatto sperare in un cambiamento d'indirizzo negli organi statali preposti all'esame della domanda da tempo presentata dalla Peloritana; se, come ci auguriamo, l'efficace ed intelligente assistenza dell'egregio Ing. Civita darà buoni risultati, la Società riprenderà lo svolgimento del suo programma sino al suo completamento.

★

I risultati ottenuti dall'eseguito esperimento furono veramente meravigliosi, le illustrazioni qui riprodotte (fig. 8 e 9) sono largamente dimostrative e perciò particolarmente interessanti.

La vegetazione si è estesa con lo sviluppo delle linee propagandosi dalle vallate alle colline, mano mano che l'applicazione della elettropompa permetteva raggiungere le più considerevoli prevalenze.

L'agricoltore constatò che con l'elettropompa il problema della irrigazione viene a prendere il suo vero aspetto in quanto gli consente oltre alla padronanza assoluta delle acque sotterranee che sono nel suo fondo, senza dovere dipendere da altri, la possibilità di trasformare

Fig. 6.

in ubertosi giardini terreni collinosi aridi e con nessuna produzione, alle cui falde è la necessaria acqua per la trasformazione che attende di essere pompata e sollevata alle volute altezze.

Egli che ha constatato tutto ciò attende animoso l'attuazione del nostro programma per fare larga applicazione della corrente elettrica.

★

La spesa d'impianto massimamente costituita da linee elettriche e stazioni di trasformazione è quella avutasi acquistando i materiali a prezzi circa tre volte quelli dell'anteguerra.

I dati principali sono riuniti nella sottostante tabella dalla quale risulta che la Società chiuse i suoi esercizi in perdita.

★

Come appare dai risultati contenuti nella tabella l'utilizzazione per kW installato è troppo bassa e i redditi troppo esigui, cosicchè anche con prezzi unitari di locazione dell'energia abbastanza elevati il bilancio di esercizio chiude con un deficit oscillante da 12 a 21 lire per ogni 100 lire di capitale investito.

Per migliorare le sfavorevoli condizioni di esercizio e rendere economicamente attuabile il programma necessita:

a) Ridurre sensibilmente le spese d'impianto e di esercizio;

b) Aumentare i redditi per unità di linea elettrica, completando dove è possibile la elettrificazione agraria.

Fig. 7.

Per ridurre la spesa d'impianto non possiamo come in America chiedere all'agricoltore la partecipazione nella spesa superiore a quella oggi chiesta (40 ed anche 50 per cento della totale spesa di allacciamento).

La misura del contributo oggi chiesto ha raggiunto i limiti massimi consentiti dalle imposte gravanti sui fondi e non può essere superata sotto qualsiasi ragione. Oltre a ciò non dobbiamo perdere di vista che dobbiamo facilitare gli utenti rurali, i quali si trovano per la ragione avanti detta in condizioni assai diverse da quelle americane. Cosicchè, per ridurre le spese d'impianto, è necessario avere dallo Stato un concorso diretto nella spesa proporzionato alla potenza elettrica distribuita, precisamente come viene fatto in Francia e come fu stabilito dalla legge 15 Maggio 1919.

Per ridurre le spese di esercizio, oltre a semplificare al minimo possibile la organizzazione tecnica ed amministrativa, senza naturalmente compromettere la regolarità di esercizio, si impone alla nostra attenzione lo studio per la migliore e più larga utilizzazione dell'energia e per la più economica produzione.

Gli impianti idro-elettrici a deflusso continuo attualmente in esercizio sull'Alcantara e sul Cassibile a magre estive non possono natu-

Riassunto Esercizio.

Anno	Numero applicazione	Potenza installata		Potenza media per impianti in HP	Erogazione annuale in kWh	Utilizzazione annua in ore per kW	REDDITI			Capitale investito Lire	Spesa di esercizio compresa l'energia Lire (1)	Profitto in % Capitale
		Kw	HP				Totali	per kW installato Lire	per kWh venduto cent.			
1918	19	4.05	55	2.9	17.044	420	13.974	345	0.83	52.000	25.000	– 21
1919	21	42.5	58	2.8	19.000	450	19.349	450	1.00	76.000	28.500	– 12
1920	22	62.—	84	3.8	51.000	870	77.433	1250	1.50	243.000	115.000	– 15.5

(1) Compreso anche il 7 % al capitale.

ralmente fornire nell'epoca della irrigazione l'energia occorrente che mediante una larghissima integrazione termica, giacchè avviene precisamente che alle maggiori richieste di energia corrisponde la massima magra degli impianti idroelettrici.

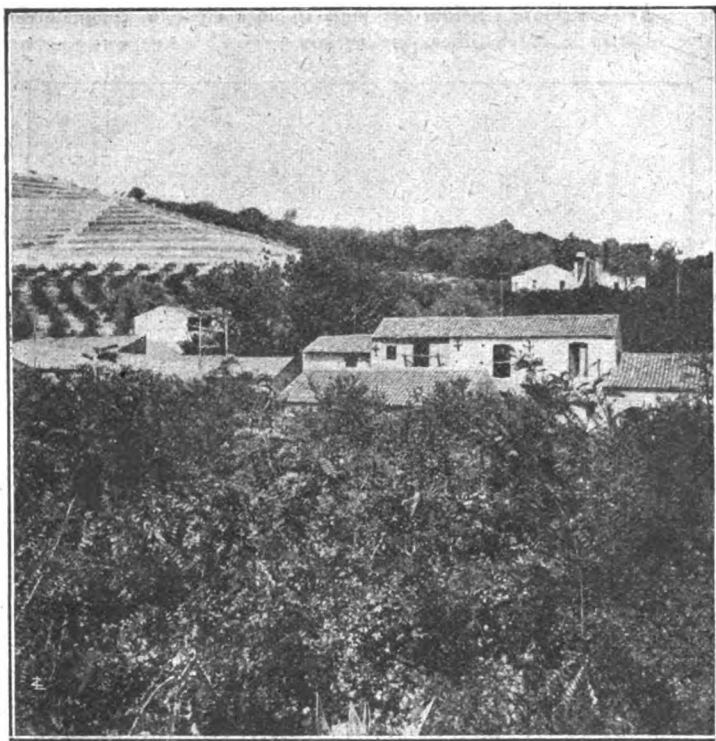



Fig. 8.

Consegue da ciò che nel periodo irrigatorio il costo di produzione dell'energia è precisamente più alto che negli altri periodi dell'anno.

Per correggere questa disformità naturale occorre regolare il deflusso dei fiumi adattandoli ai bisogni dell'agricoltura e dell'industria, occorre immagazzinare buona parte delle copiose pioggie invernali mediante la costruzione di laghi artificiali.

A questo ordine di idee rispondono precisamente gli impianti dell'Alto Belice presso Palermo e del Simeto presso Catania, ambedue della Società Generale Elettrica della Sicilia, il primo prossimo ad essere ultimato, il secondo in avanzato studio, impianti illustrati recentemente dall'Ing. Vismara in una sua comunicazione « *Gli impianti idroelettrici del Mezzogiorno d'Italia in relazione al problema della irrigazione* » fatta nel Congresso geografico tenutosi in Firenze nello scorso Aprile.

Il problema però del basso prezzo della energia elettrica potrà solo essere interamente risolto quando le ingenti quantità di energia idro-elettrica previste dall'Ing. Omodeo, mediante la costruzione dei grandiosi impianti della Sila, saranno messe a disposizione nell'Isola.

Questa opera che avrà la potenza di trasformare radicalmente l'economia di tutto il Mezzogiorno e della Sicilia consentirà la più larga applicazione dell'energia elettrica e quindi anche la sua diffusione nelle campagne se per quell'epoca si saranno costruite estese linee di distribuzione, cabine ed impianti elevatori.

Se ora per un sol momento si considera che il maggiore reddito medio netto di un ettaro di terra irrigato, coltivato ad agrumeti rispetto a un ettaro di terra non irrigato, oscilla intorno alle L. 6000 annue e che ancora sono nell'Isola più di 30 000 ettari di terra da irrigare dei 111 000 irrigabili ed adatti alla coltura intensiva, appare evidente come la questione in esame è delle più importanti per la economia dell'Isola che dalla sua rigenerazione agricola attende i maggiori benefici.

★

Riassumendo quanto ho sommariamente esposto ritengo che la graduale realizzazione del vasto programma dell'impiego dell'energia elettrica per lo sviluppo dell'irrigazione localizzata esige:

1) Ottenere dal Governo l'immediata pubblicazione di un regolamento per facilitare la rapida applicazione del decreto legge 15 maggio 1919 N. 820 illustrando i concetti fondamentali che diedero luogo alla sua formazione.

2) Ottenere dal Governo che agli Enti industriali, Consorzi privati che intraprendono la costruzione degli impianti elettro-meccanici per l'irrigazione siano accordate dalle Casse di Risparmio anticipazioni a mite interesse.

PER LE APPLICAZIONI ELETTRICHE NELLE MINIERE DI ZOLFO

Ing. ANTONIO ACANFORA

:: Comunicazione alla XXVI Riunione Annuale dell'A. E. I. ::
Palermo, Ottobre 1920

Il grave periodo di crisi che attraversava l'industria solfifera siciliana, dovuto alla concorrenza della produzione americana che sempre più invade i mercati europei pel suo minor costo, desta una ben giustificata apprensione che ha spinto economisti e industriali, competenti, ed incompetenti, a discutere sui mezzi più opportuni per superare la crisi, e, se non ridare il primato nel mondo alla nostra industria solfifera, almeno cercare di non soffocarla.

Pochi dati bastano a mettere in rilievo il grave pericolo che minaccia la nostra industria solfifera. Mentre la nostra produzione che ascese a circa 550 000 tonnellate nel 1900 è ora ridotta appena alla metà, la produzione americana che nel 1900 si aggirava intorno alle 100 000 tonnellate, è salita con crescendo rapidissimo, specie in questi ultimi anni, fino a 1 500 000 tonnellate annue.

Molti rimedi sono stati suggeriti: l'accordo commerciale con i produttori americani, richiesta di aiuti del Governo sotto forma di sgravi fiscali, riduzione di salari e di estagli, soppressione del Consorzio obbligatorio per la vendita, raffinazione da parte dello stesso Consorzio, o libera per gli esercenti, utilizzazione dello zolfo grezzo ecc.

Noi non possiamo e non vogliamo esaminare e discutere tali proposte, esulando dal nostro campo, ma notiamo però che solo in rarissimi casi si è accennato, e appena di sfuggita, alla opportunità di migliorare le condizioni tecniche di esercizio delle miniere, mentre noi pensiamo che tali migliorie possano contribuire fortemente a risolvere la crisi.

Non dimentichiamo infatti che un progresso tecnico è al tempo stesso un progresso economico, in quanto esso ci aiuta a ridurre le perdite e migliorare quindi nel nostro caso, il costo di produzione.

A migliorare l'attuale organizzazione dei servizi tecnici delle miniere e riuscire quindi al loro sfruttamento più economico, riteniamo indispensabile l'applicazione su vasta scala dell'energia elettrica.

Premettiamo intanto un rapido accenno alla attuale condizione dell'industria solfifera in Sicilia.

La formazione solfifera della Sicilia si sviluppa in una zona di circa 5000 km². che partendo dalla costa meridionale dell'isola si estende nella regione Centrale, nelle due provincie di Girgenti e Caltanissetta, spingendo anche qualche lembo verso le provincie di Palermo e Catania.

Esula dal nostro compito l'intrattenerci a parlare della genesi di tale formazione sulla quale hanno presentato e discusso ipotesi varie, autorevoli geologi come il Mottura, Baldacci, Spezia, ecc.

E' utile però accennare al modo di presentarsi del minerale solfifero, quasi sempre formato da un'associazione di calcare leggermente marnoso e zolfo, in proporzione variabilissima. Esso si presenta raramente con struttura cristallina, spesso a struttura concrezionata e più spesso ancora con struttura e aspetto resinoso.

In tale zona così estesa sono sparse le miniere di zolfo che costituiscono una serie di gruppi sfruttanti i diversi giacimenti e indipendenti gli uni dagli altri. Sono circa 500 miniere riunite in 30 gruppi, la cui produzione ha variato finora fortemente da un minimo di 200 000 tonn. annue ad un massimo di 500 000.

Da calcoli empirici dedotti da presunzioni di geologi, fondate sulle probabili dimensioni medie degli strati solfiferi, risulterebbe che la quantità di minerale che può ancora ricavarsi dalle miniere è di 50 milioni di tonnellate.

E' da notare però che non tutte le miniere sono ancora scoperte e pochi saggi d'iniziativa privata sono stati fatti per esplorare il sottosuolo alla ricerca di buoni e ricchi banchi di minerale solfifero. La maggior parte delle attuali miniere sono state attaccate a suo tempo nei punti di loro affioramento ed esercite quindi con mezzi semplici. In alcune di esse, trasformatesi poi nelle attuali grandi miniere, furono man mano impiegati mezzi meccanici per l'estrazione e il trasporto del minerale e per l'eduzione delle acque, continuandone quindi lo sfruttamento, mentre altre (circa 800) furono abbandonate per sfruttamento totale del giacimento (o almeno così ritenuto) o per mancata convenienza economica data la piccola potenza degli strati e la povertà del minerale, o perchè gli esercenti non han creduto o potuto affrontare le difficoltà tecniche ed economiche che presentavano l'approfondimento delle gallerie di esplorazione e le opere per la eduzione delle acque.

Ricordiamo infatti che al proprietario dei terreni superficiali in Sicilia spetta anche la proprietà del sottosuolo onde egli, salvo i pochi rari casi in cui ha sfruttato direttamente la miniera esistente nella sua proprietà, ha dato ad altri la concessione di tale sfruttamento mediante la corresponsione di un estaglio annuo che arriva talvolta anche al 30% del prodotto netto.

Diventando quindi man mano più profondi i banchi di minerale e presentatesi le acque, l'esercente cui spettava provvedere all'eduzione di esse, o per mancanza dei mezzi necessari per l'istallazione di impianti idrovori o per mancata convenienza economica dello sfruttamento della miniera in tali condizioni, ha preferito talvolta abbandonarla.

Ciò avvenne specialmente dove uno stesso giacimento solfifero apparteneva a diversi proprietari. In tal caso chi estraeva l'acqua dalla propria solfara la estraeva anche dai punti ad eguale quota delle altre miniere dello stesso giacimento, data la facilissima comunicazione delle acque tra le varie parti di un giacimento, dovuta alla presenza di numerosissime cavità nei banchi di minerale.

La spesa necessaria per tale eduzione, spesso gravosa, se nelle condizioni su accennate avesse dovuto far carico ad un solo esercente, avrebbe influito certamente assai poco sul rendimento economico delle varie miniere, se ripartita tra tutti gli esercenti.

Poche miniere però ormai restano abbandonate e solo quelle la cui limitata potenzialità ne ha sconsigliato lo sfruttamento, mentre le altre, specie nel periodo di guerra, sono state rimesse in esercizio.

Tuttavia è da ritenere che ancora molti giacimenti, pur compresi nella zona avanti indicata, siano da scoprire e che la quantità di zolfo ricavabile in Sicilia sia di molto superiore a quella indicata approssimativamente dai geologi.

Senza entrare in particolari estranei all'indole del nostro lavoro, per arrivare allo strato minerale da sfruttare occorrono, salvo nelle piccole miniere utilizzanti strati affioranti o poco profondi, pozzi verticali e gallerie trasversali dipartentisi da essi a livelli diversi e sempre più bassi man mano che sia già sfruttato il giacimento ai livelli superiori. Da tali gallerie principali si accede poi alle secondarie che pervengono direttamente ai vari cantieri di attacco del minerale. Questa è schematicamente la disposizione ordinaria dei lavori sotterranei, donde risulta la necessità di trasporti orizzontali, verticali, o su piani inclinati, del minerale estratto che deve esser poi trattato ai forni. Tali trasporti vengono oggi fatti in maniere diverse secondo l'importanza delle miniere. In alcune piccole miniere si arriva ancora a farli a spalla d'uomo (minerale insaccato) oltre che nelle gallerie orizzontali o nelle discenderie, anche nei pozzi verticali e per profondità di decine di metri; ma salvo tali casi, per fortuna assai rari, il trasporto avviene normalmente a mezzo di vagoncini su décauville spinti a mano o a trazione animale, e di argani a vapore, e in pochi casi elettrici, per il sollevamento nei pozzi verticali o lungo i piani inclinati.

Anche per i trasporti esterni del minerale del pozzo ai forni, e dello zolfo grezzo, nella forma solita di *balate*, dai forni alle stazioni ferroviarie per la spedizione al Consorzio per la vendita, sono in uso tutti i mezzi: spalla d'uomo; dorso di muli; carri a trazione animale; vagoncini su décauville a spinta d'uomo o trazione animale o talvolta anche a trazione a vapore.

La eduzione delle acque è fatta quasi generalmente con pompe a stantuffo azionate a mano o a vapore, che versano normalmente direttamente all'aperto, ma talvolta servono solo pel sollevamento dell'acqua dai punti più bassi della miniera ad una vasca o pozzo di raccolta da cui viene elevata fino all'esterno a mezzo delle *benne* (recipienti metallici contenuti nelle gabbie al posto dei vagoncini di materiali e sollevati quindi su per i pozzi verticali a mezzo degli argani). Solo in pochi casi, nelle miniere dotate di centrale di produzione di energia elettrica, si hanno istallazioni sotterranee di pompe elettriche.

E' evidente che con organizzazioni siffatte il costo di produzione debba risultare assai elevato, dato lo scarso rendimento dei mezzi adoperati, peggiorato dalle condizioni tecniche degli attuali impianti meccanici che per vetustà o trascurata manutenzione o imperfezioni all'atto della istallazione, sono tutt'altro che encomiabili salvo in poche miniere i cui impianti rispecchiano la competenza e lo zelo dei dirigenti che curano ogni particolare e apportano man mano tutte le migliorie necessarie per elevarne quanto più possibile il rendimento.

Purtroppo non si hanno elementi e dati statistici di attendibile sincerità da cui poter dedurre il costo attuale di produzione dello zolfo ripartito nelle diverse operazioni necessarie (estrazione, trasporti interni ed esterni, fusione, ventilazione, eduzione di acque, ecc.). La diffidenza dei piccoli esercenti, la diversità di organizzazione da miniera a miniera dipendente dalle istallazioni meccaniche in essa fatte, non consentono di dedurre un costo medio da poter mettere in confronto con quello degli stessi servizi disimpegnati elettricamente; tuttavia esponiamo alcuni dati comunicatici o rilevati direttamente che servono almeno a dare un'idea di consumi di energia e rendimenti che sembrerebbero impossibili.

Il consumo di vapore di un argano di estrazione comandato a vapore si aggira intorno a kg 80 per quintale utile di minerale estratto ma vi sono casi in cui esso sorpassa anche i 100 kg. Tenuto conto del rendimento delle caldaie, ordinariamente assai scarso, il costo risulta semplicemente enorme!

Il costo medio dei trasporti in miniera risulta normalmente di L. 5 circa per tonn/km se eseguito con vagoncini su décauville a spinta d'uomo e L. 1,20 circa se a trazione animale; gli altri sistemi spalla d'uomo, dorso di mulo o carri a trazione animale risultano assai più cari.

Per gli altri servizi importanti come l'eduzione di acque non si hanno dati attendibili ma è facile intuirne l'entità dei costi.

Il confronto minuzioso con i presunti dati di costo dei diversi servizi, se eseguiti elettricamente, si rende pertanto superfluo e ci limiteremo quindi ad esaminare come potrebbe impiegarsi l'energia elettrica nelle miniere di zolfo utilizzandola in tutti i diversi servizi per disimpegnarli nel modo più economico.

Premettiamo che vorremmo escluso il caso della produzione diretta dell'energia da parte degli stessi esercenti le miniere. Se ciò può essere infatti possibile a condizioni relativamente discrete nelle grandi miniere, per potenza superiore ai 200 kW non è praticamente ammissibile per le piccole miniere, dove la potenza da istallare può talvolta limitarsi anche a pochi kilowatt, perchè il costo dell'energia prodotta risulterebbe tale da diminuire fortemente il vantaggio che può ricavarsi dalle sue applicazioni. E' opportuno ricordare che uno dei coefficienti che fanno elevare il costo della produzione della forza motrice delle miniere, è il costo del trasporto del carbone in miniera e per il trasporto stesso e per l'inevitabile sfrido. Tale coefficiente è ridotto, ma non completamente eliminato, nel caso dell'adozione di motori a combustibile liquido.

Per eliminare per quanto possibile parte delle cause che concorrono a rendere alto il costo di produzione dell'energia nelle piccole centrali di miniere, potrebbero i diversi esercenti riunirsi in Consorzio e provvedere quindi alla istallazione di grandi Centrali per la produzione di energia elettrica da ripartire tra di loro a secondo del fabbisogno individuale. In tal modo una distribuzione irradiante dall'unica o delle diverse centrali consorziali, porterebbe l'energia a tensione opportuna fino alle varie miniere dove ogni esercente provvederebbe alla riduzione a bassa tensione per la potenza necessaria alla sua miniera.

Non è facile però trovare una conveniente ubicazione di tali centrali per le quali la posizione baricentrica rispetto alla distribuzione anche approssimativa dei carichi dovrebbe coincidere con la immediata vicinanza dell'acqua e di stazioni ferroviarie o del mare per i trasporti di carbone.

Maggiore semplificazione ed economia potrà aversi invece attingendo l'energia da impianti idroelettrici.

Certo anche il costo dell'energia idraulica non potrà più scendere al livello del prezzo antiguerra; ma non è arrischiato presumere che in generale essa costerà meno della termica e comunque, anche a parità di costo, la sua utilizzazione sarà sempre un grande vantaggio per l'economia nazionale permettendo di diminuire le importazioni di carbone. Ad accrescere il vantaggio degli esercenti di miniere utilizzando l'energia idroelettrica, piuttosto che quella termica prodotta direttamente, sta il fatto che essi possono facilmente, senza sensibili spese, provvedere in ogni tempo all'eventuale aumento del loro fabbisogno di energia mentre nel caso della produzione diretta occorrerebbero spese non indifferenti per accrescere la potenza della Centrale termica per la istallazione di nuovi gruppi.

La Società Generale Elettrica della Sicilia che ha già in esercizio tre Centrali idroelettriche sull'Alcantara e Cassibile nella parte Orientale dell'Isola ed una quarta sul Belice presso Palermo che conta di attivare fra qualche mese, inizierà presto anche i lavori pel nuovo impianto idroelettrico sul Simeto che aumenterà la disponibilità di energia elettrica nella parte orientale della Sicilia di altri 50 000 000 di kWh annui, e studia nel frattempo il trasporto in Sicilia di una notevole quantità di energia elettrica (con una potenza di circa 50 000 kW) attraverso lo stretto di Messina dai nuovi grandi impianti che la Società delle Forze Idrauliche della Sila conta di costruire al più presto.

La disponibilità di energia necessaria al completo fabbisogno delle miniere che si aggirerà intorno ai 20 000 000 di kWh annui sarebbe quindi assicurata. Risulta infatti da un computo approssimativo che il fabbisogno di energia elettrica per tonn. di zolfo fuso reso su vagone è di 40 kWh circa onde supponendo di ripristinare la produzione massima raggiunta finora di 500 000 tonn. annue occorrono circa 20 000 000 di kWh con un carico medio di 5000 kW.

L'allacciamento di tutte le Centrali idroelettriche attuali e in progetto della S. G. E. S., delle sue Centrali termiche di riserva e dell'energia proveniente dagli impianti della Sila, potrà esser fatta su una grande linea di trasporto ad una tensione dell'ordine di 100 000 V circa

che partendo dallo stretto di Messina, passando per Catania e Caltanissetta raggiunga Palermo.

Tale linea di trasporto potrebbe alimentare tre sottostazioni di trasformazione approssimativamente ubicate: tra Castrogiovanni e Caltanissetta; verso Grotte e verso Sommatino, restando distanti fra di loro di circa 25 km. Esse potrebbero esser installate all'aperto e ridurrebbero la tensione dell'energia a 20 000 V in modo da poter poi passare direttamente alla tensione di utilizzazione, immettendo l'energia in linee secondarie alla detta tensione di 20 000 V che alimenterebbero entro un raggio di azione di 15 km circa le cabine di miniere trasformanti ancora a loro volta l'energia alla tensione di utilizzazione di 500 V trifasi. Tali tensioni sono risultate le più adatte dati i carichi e le distanze, da uno studio di massima della rete ad alta tensione e da quello particolareggiato eseguito per qualche miniera per la distribuzione a bassa tensione.

Potrebbero così tutte le miniere attingere alla grande rete a 20 000 V. pel proprio fabbisogno di energia, qualunque sia la sua entità, ad un costo che se non può evidentemente precisarsi oggi, può però presumersi assai inferiore a quello che potrebbe ottenersi da Centrali autonome di produzione anche se in buone condizioni di esercizio.

Senza volere entrare in merito al finanziamento necessario per la costruzione di tali linee di trasporto e distribuzione, crediamo però di poter ricordare che esiste in atto un fondo di L. 10 000 000 presso la Cassa Depositi e Prestiti accantonato dal Consorzio di vendita per provvedere alla necessità riconosciuta da tempo di provvedere le miniere di sufficiente quantità di energia elettrica alle migliori condizioni economiche. Esso potrebbe essere assai utilmente investito con opportuni accordi con la S. G. E. S. nella costruzione della grande linea di trasporto, mentre per la costruzione della rete di distribuzione a 20 000 V. il cui sviluppo sarebbe di circa 150 km e delle cabine di trasformazione presso le miniere, potrebbe intervenire lo Stato con provvidenze simili a quelle già emanate per favorire gli impianti di distribuzione di energia elettrica per la irrigazione, adattandole in misura e forma più eque e consona ai tempi, ai bisogni delle miniere.

Per la utilizzazione dell'energia le miniere di zolfo, non dissimili del resto da quelle di altri minerali, offrono un campo assai vasto. Occorre però adottare speciali precauzioni per evitare gli incendi assai facili per la presenza del grisou, e per le polveri di zolfo in sospensione nell'aria incendiabilissime come lo stesso minerale. Così per la illuminazione elettrica per le vie interne, già in molte miniere installata, almeno parzialmente, e in tutte desiderata per l'indiscutibile maggior rendimento della mano d'opera che le deriva, basterà curare che la istallazione sia fatta seguendo gli ordinari criteri degli impianti di illuminazione in locali ove può facilmente svilupparsi un incendio e quindi adottando speciali tipi di valvole e interruttori chiusi, lampade a doppio globo ecc., mentre per l'illuminazione di piazzali o fabbricati esterni non occorre alcuna speciale precauzione.

Per l'abbattimento del minerale, l'istallazione, ai livelli di attacco, di compressori, azionati da motori elettrici, nell'interno della miniera pel funzionamento di perforatrici elettropneumatiche o martelli, permetterebbe di ridurre notevolmente il numero di picconieri pur riuscendo ad un più rapido sfruttamento del giacimento a migliori condizioni economiche.

Quanto ai trasporti, mantenendo il sistema su vagonetti décauville a spinta d'uomo per le gallerie secondarie, se brevi, facenti capo direttamente ai cantieri di estrazione, potrebbero adottarsi per la raccolta di essi ed il loro trasporto lungo il traverso banco (galleria principale) fino alla base del pozzo, locomotori elettrici speciali e leggeri da miniera, con sagome adatte alle ordinarie dimensioni delle gallerie, preferibilmente ad accumulatori, che si costruiscono anche per piccole potenze di circa 5 kW, e possono trainare a velocità tra i 4 e 10 km/h da 1,5 a 4 tonn per kW di potenza del locomotore. Il consumo di energia per tonn/km si aggira intorno ai 50 wattore, onde tenendo conto di personale, manutenzione ed ammortamento, che vi hanno maggiore influenza, il costo della tonn/km di minerale non dovrebbe superahe i cent. 20, ben diverso da quello a spinta d'uomo e a trazione animale.

Pure locomotori elettrici, ma a presa diretta e senza la necessità di una sagoma speciale ridotta. Possono adoperarsi per i trasporti sui piani esterni delle miniere, dai pozzi ai forni di fusione e da questi alle stazioni ferroviarie, quando ragioni altimetriche non obblighino invece ad adottare piani inclinati o teleferiche azionati pure da motori elettrici.

La stazione di conversione e di carica per la batteria dei locomotori ad accumulatori potrebbe essere istallata nell'interno della miniera, ma, pur col conseguente svantaggio del trasporto delle batterie dallo esterno ai piani interni, non disagevole del resto con gli argani per i pozzi verticali, preferiremmo fossero istallate all'esterno per la difficoltà di trovare all'interno delle miniere di zolfo un ambiente sufficientemente asciutto, ventilato ed esente da gas nocivi.

Una delle importanti applicazioni elettriche per le miniere è quella del comando degli argani di estrazione pel servizio dei pozzi principali. Il comando diretto con le macchine a vapore è infatti ormai sorpassato da tempo per l'eccessivo consumo di vapore, per lo spunto assai debole e per la difficoltà di ottenere dispositivi di comando accentrati e semplici come quelli del comando elettrico, ed è stato vittoriosamente sostituito dal comando a motore elettrico diretto o per ingranaggi secondo che si tratta di motori a corrente continua che possono essere costruiti per basso numero di giri o di motori a corrente alternata più veloci. E' certo infatti che il motore elettrico è il più adatto per l'accoppiamento agli argani presentando sopratutto il vantaggio di poter raggiungere a mezzo di speciali dispositivi, sui quali non riteniamo di insistere, la più grande facilità di manovra e assoluta sicurezza di servizio.

Piccoli argani elettrici sono pure utili per l'estrazione del minerale dai pozzi sotterranei non affioranti, ma il cui scavo s'inizia da una galleria della miniera o dai pozzi principali poco profondi di piccoli esercizi di miniere.

In alcuni casi pel sollevamento a piccole altezze di carichi anche fino a 5000 kg potrà convenire l'uso di paranchi elettrici da 6 ÷ 8 HP di potenza, manovrati a mezzo di controller, muniti di interruttori automatici di fine corsa, montati su carrelli che possono scorrere sulle ali inferiori della trave cui va sospeso il paranco per gli spostamenti orizzontali del carico già sollevato verticalmente.

Circa il modo di disimpegnare elettricamente gli altri due servizi principali delle miniere: eduzione delle acque e ventilazione delle gallerie, non è il caso di fermarci. Motopompe elettriche e ventilatori non richiedono specialità costruttive o caratteristiche tecniche diverse dalle ordinarie salvo la convenienza di adottare motori chiusi dovendo essere collocati all'interno.

La disponibilità di energia elettrica nella miniera permetterà poi tutte le svariate piccole applicazioni sussidiarie per i servizi accessori come l'impianto di officine meccaniche per l'ordinaria manutenzione degli impianti che non dovrebbero mai mancare nelle miniere che, quasi sempre distanti da centri industriali, sono costrette talvolta a fermare anche a lungo l'esercizio per provvedere a riparazioni che, fatte sul posto importerebbero forse solo qualche ora di lavoro.

Questi brevi appunti sulla opportunità di estendere l'applicazione dell'energia elettrica nelle nostre miniere non hanno la pretesa di suggerire precise norme tecniche per gli impianti più razionali da eseguire, che del resto non presentano nulla di straordinario; ma solo lo scopo di mettere in rilievo l'importanza del problema minerario in Sicilia e la convenienza quindi di dotare la zona mineraria del suo fabbisogno di energia idroelettrica alle condizioni più economiche per poter rimettere in valore un'industria oggi così seriamente minacciata, concorrendo contemporaneamente anche allo scopo di attenuare la disgraziata condizione dell'Italia di essere tributaria dell'estero pel carbone.

Saremo lieti e paghi se avremo potuto almeno contribuire a spingere gli esercenti delle miniere e le società distributrici di energia elettrica a studiare insieme, con i necessari particolari, la maniera più pratica ed economica di attuare il programma da noi brevemente esposto.

XXVI Riunione Annuale in Sicilia

(16-23 Ottobre 1921)

RIASSUNTI

di alcune Comunicazioni presentate alla Riunione

ING. E. VISMARA — **Proposta di studî per una galleria sotto lo Stretto di Messina.**

L'idea di una galleria sotto lo stretto di Messina venne già affacciata diverse volte. Ma il problema non fu mai studiato a fondo, probabilmente per l'incertezza sulla natura geologica del terreno e in special modo perchè i frequenti movimenti sismici a cui è soggetta la regione hanno distolto da questo studio.

Ritengo questo Congresso la sede più opportuna per richiamare l'attenzione sull'argomento, giacchè oggi circostanze speciali darebbero la possibilità di uno studio esauriente del problema mediante opere di saggio le quali, in caso di riuscita, potrebbero venire utilizzate.

L'idea di questo studio è sorta dalla discussione del problema del trasporto dell'energia elettrica dalla Calabria in Sicilia, al quale ho accennato in altra comunicazione. Il trasporto è possibile e conveniente adottando gli alti potenziali già esperimentati in numerosi impianti, malgrado la distanza di circa 180 chilometri dalle centrali della Sila a Messina, stazione di arrivo in Sicilia; ma si incontra una difficoltà nell'attraversamento dello stretto, che dovrebbe farsi a mezzo di una grande tesata di conduttori sostenuti da torri metalliche, oppure mediante cavi sottomarini.

Vennero prese in considerazione le due soluzioni; quasi scartata la prima e studiata nei dettagli la seconda, ma questa presenta difficoltà d'impianto e d'esercizio, data la lunghezza che dovrebbero avere i cavi. Sembra che nella località dove lo stretto ha minore larghezza le correnti siano molto forti, il terreno roccioso, e quindi i cavi andrebbero soggetti ad un rapido logorio per lo sfregamento del pietrame trasportato dalla corrente. Le due zone immediatamente a monte ed a valle, dove la velocità della corrente è diminuita dalla maggiore sezione, sono già occupate da numerosi cavi telefonici e telegrafici. Di conseguenza abbiamo dovuto studiare due tracciati a nord e a sud di questa zona, dove il fondo sabbioso e la debole corrente garantiscono ai cavi una lunga durata, ma questi tracciati raggiungono rispettivamente la lunghezza di 18 e 12 kilometri (fig. 1). I cavi, per la sezione dei conduttori, per il forte isolamento reso necessario dal potenziale elevato, per l'armatura di difesa, sarebbero di costo e di peso rilevante; quindi si avrebbe una forte spesa, oltre alla difficoltà di posa.

Aggiungasi la impossibilità di sorveglianza di questi cavi, quindi la continua preoccupazione per l'esercizio degli impianti da essi serviti. Cercando di risolvere queste difficoltà si pensò alla costruzione di un cunicolo sotto lo Stretto, al quale si accederebbe mediante due pozzi e dove verrebbero posati i conduttori. Adottando questa soluzione i cavi sarebbero di lunghezza molto minore e di costruzione più semplice; quindi il costo dell'impianto di gran lunga inferiore, ma specialmente la sorveglianza più facile, in modo da garantire la regolarità dell'esercizio.

Fermatomi su questa idea, domandai un giudizio di massima al geologo Dal Piaz, che ebbe occasione di studiare per noi altri problemi geologici in Sicilia.

Il Prof. Dal Piaz nella sua relazione richiama le opinioni assai discordi di geologhi italiani e stranieri sulle origini dello Stretto di Messina e sulla struttura del fondo e delle due rive.

Un'opinione molto diffusa ammette che la regione dello Stretto sia attraversata da un complesso sistema di fratture collegate ai centri eruttivi circostanti, lungo le quali si effettuerebbe lo spostamento di masse che dà luogo ai terremoti.

Secondo altri geologhi la separazione dello stretto sarebbe dovuta a fenditure o « faglie » grossolanamente parallele alle coste, lungo le quali il terreno si sarebbe sprofondato. I movimenti che si effettuarono e si effettuano lungo i piani di queste fratture sarebbero la causa dei terremoti.

Una terza ipotesi escluderebbe la presenza di « faglie »: riterrebbe lo Stretto di età molto antica ed attribuirebbe i terremoti ai complessi fenomeni vulcanici. Secondo questa ipotesi lo Stretto di Messina non va interpretato come una zona che si è sprofondata in conseguenza di spaccature, ma presenterebbe una struttura continua, costituita da roccie cristalline antiche.

E' evidente che nel primo e nel secondo caso sarebbe impossibile od estremamente arrischiata la costruzione di una galleria sotto lo Stretto, mentre nel terzo caso l'opera non presenta difficoltà eccezionali. Di fronte a ipotesi tanto contraddittorie si comprende come soltanto un paziente studio geologico del terreno con trivellazioni opportunamente eseguite possa dare, non dico la certezza, ma appena la probabilità che l'opera sia possibile; e così conclude la relazione del Prof. Dal Piaz.

Convinto dell'utilità di risolvere il problema se sia possibile o meno la galleria sotto lo stretto, feci eseguire un preventivo dettagliato del costo di questo studio e della costruzione del cunicolo, ed esaminai quali Enti potessero avere interesse a questa opera. Si dovrebbe anzitutto eseguire lo studio geologico controllato da trivellazioni; in caso di risultato favorevole dar mano alla costruzione dei pozzi e del cunicolo.

Questo cunicolo sarebbe un'opera conclusiva di assaggio agli effetti della possibilità di costruire la galleria ferroviaria, ed avrebbe anche uno scopo di utilizzazione immediata per il collocamento dei cavi ai quali ho accennato.

Un preventivo dettagliato, in base ai costi attuali per l'esecuzione degli studi preliminari e per la costruzione del cunicolo, raggiunge la spesa di circa 18 milioni.

L'opera consterebbe di due pozzi d'attacco, della profondità di m 200, i quali dovrebbero servire anche come collettori di eventuali acque filtranti, e di una galleria della sezione di m 2×2 alla profondità di m 175 sotto il pelo d'acqua. L'allineamento scelto per questo progetto preliminare è quello che congiunge Ganzirri con Punta Pezzo, dove la profondità massima del mare è di circa m 115. Si avrebbe quindi uno spessore minimo di 60 m di parete sopra il cunicolo. La lunghezza della galleria sarebbe di m 3800 (fig. 2).

Naturalmente preferisco dati di un progetto di grande massima, che potrebbe venire modificato in seguito agli studi preliminari. Questo studio presenta un carattere di utilità generale; ma tre Enti vi hanno un particolare interesse:

l'Amministrazione delle Poste e dei Telegrafi per l'eventuale collocamento dei cavi telegrafici e telefonici;

le Ferrovie dello Stato, per lo studio della possibilità di una galleria ferroviaria;

le Società elettriche per il collocamento dei cavi per il trasporto dell'energia.

La possibilità di risolvere un problema di tanta importanza credo debba far affrontare questa spesa anche nella ipotesi peggiore che si giunga ad eseguire una metà del lavoro per doverlo poi abbandonare. La spesa, relativamente piccola se ripartita, avrà servito a studiare in modo esauriente il sottosuolo di una zona tanto interessante d.l nostro paese. Se sono esatte le notizie avute, le ferrovie dello Stato avrebbero speso oltre L. 10 000 000 per trivellazioni e studi della grande galleria della progettata direttissima Bologna-Firenze.

Nel caso poi che si possa costruire il cunicolo, questo oltrechè a scopo di studio avrebbe immediatamente una pratica utilizzazione, come già detto, diminuendo fortemente la spesa per i numerosi cavi telegrafici, telefonici e di trasporto di energia, ridotti a semplici cavi di galleria anzichè sottomarini, é garantendone un servizio molto più sicuro.

Ma risultato più importante di questa ipotesi favorevole sarebbe la sicurezza di poter costruire la galleria ferroviaria, costruzione di mole non eccessiva; giacchè adottando la pendenza del 40 ‰ la galleria avrebbe una lunghezza di circa 10 chilometri.

Ritengo superfluo fermarsi sulla impo tanza di una sim le opera, la quale praticamente renderebbe estensione del continente un'Isola tanto ricca e destinata ad un sì grande avvenire.

* *

PROF. L. LOMBARDI — Sovratensioni elettriche e sistemi di protezione - Parte VI.

Il testo completo della breve memoria non può essere in tempo trasmesso per la preventiva pubblicazione, essendo in corso una parte degli esperimenti, e la raccolta delle notizie che l'Autore, anche in nome della speciale Commissione per le sovratensioni si propone di comunicare alla Riunione in Sicilia.

A complemento delle sue ricerche precedenti l'Autore intende stabilire un sommario confronto dei principali sistemi attuali di protezione, appoggiati al concetto della totale o parziale compensazione delle correnti di capacità, eventualmente derivate a terra, mediante altre componenti in quadratura, dovute alla presenza di opportune reattanze d'induzione, al quale riguardo si stanno eseguendo nell'Istituto Elettrotecnico di Napoli apposite esperienze comparative.

Delle poche applicazioni effettuate in Italia verranno esposti i risultati, che i Colleghi della Commissione vorranno comunicare in base alle esperienze eseguite nei loro impianti.

Di un sistema moderno di scaricatore costruito dalla *Emag* di Francoforte con dispositivo elettromagnetico automatico per lo spegnimento dell'arco, e di cui la Società delle Forze Idrauliche del Moncenisio si appresta per la prima a fare la applicazione sopra le sue linee di alta tensione, verranno comun cate prelim nari, che si stanno eseguendo nell'Istituto Elettrotecnico di Napoli sopra un apparecchio, cortesemente offerto in dono dalla Ditta costruttrice, e che hanno per oggetto la determinazione del tempo minimo necessario per l'attivazione dell'organo elettromagnetico, e per lo spegnimento dell'arco.

Di alcune esperienze eseguite nel corso dell'anno, sopra sistemi di protezione proposti da altri Autori, si denuncieranno i risultati in quanto ad Essi piaccia di consentirlo.

* *

ING. D. CIVITA — Le imprese elettriche nella loro attività creatrice di nuove energie.

La produzione e la distribuzione dell'energia elettrica costituiscono un problema di carattere fondamentale per la vita economica del Paese, per quella dell'industria, per l'avvenire della produzione. Tutti i problemi, sia dell'industria, che dell'economia domestica, lo sviluppo delle industrie agricole e il problema tecnico agrario-italiano, il problema della elettrotrazione ecc., tutti rientrano nel gran quadro del problema idroelettrico, che con la elevatezza dei prezzi del carbone e con le alterazioni prodotte dalla guerra nella antica economia ha assunto una importanza quale certo non aveva prima, allorchè, dal punto di vista economico, era sensibilmente indifferente creare l'energia con l'acqua o col carbone, od illuminarsi col petrolio, col gaz o con l'elettricità.

Nel mentre le imprese elettriche sentono tutta la responsabilità della loro funzione, e ad essa cercano di provvedere nel più largo modo possibile, si è manifestato nel grosso pubblico una tendenza ad essa ostile, e favorevole invece all'intervento statale, sotto forma di statizzazione o socializzazione o nazionalizzazione, quasi che qualche inconveniente verificatosi in questi ultimi tempi nel servizio elettrico per deficienza di energia di alcune regioni, fosse facilmente ovviabile o fosse lo Stato capace di porvi rimedio.

La stampa politica e tecnica e qualche parlamentare si sono fatti eco di tali lagnanze formulando, specie in questi ultimi tempi, violente requisitorie contro le imprese elettriche, mentre il Governo, non avendo ancora una chiara ed organica visione della politica elettrica da seguire, col suo contegno incerto e contradittorio ha reso incerte e titubanti le stesse imprese, scoraggiandole anzichè invogliarle a proseguire nel loro sviluppo.

Si è determinata così una situazione tutt'altro che lieta della quale tutti finiscono col soffrire.

Scopo di questa conferenza è di illustrare il lavoro fatto finora, che si sta facendo e si farà in un prossimo avvenire dalle aziende elettriche, di prospettare l'evoluzione tecnica dell'industria della produzione, della trasmissione e della distribuzione dell'energia, per meglio chiarire l'attuale tendenza tecnica, di mostrare come i problemi legislativi ed economici che ad essa si connettono siano strettamente legati al problema tecnico, e di trarre da tutto ciò gli elementi di quelle direttive che Parlamento, Governo e Paese dovrebbero seguire per corrispondere alle reali esigenze della nostra economia.

L'esame della completa collezione di grafici statistici (che verranno esposti durante la conferenza) consente di farsi una idea della situazione odierna riguardo alle potenze istallate per regione, ai consumi di energia, alle stesse cifre riferite alla superficie ed agli abitanti, al progresso degli impianti nell'ultimo ventennio, agli impianti in costruzione ed a quelli concessi, onde a colpo d'occhio ciascuno possa apprezzare ciò che si è fatto in ciascuna regione, ciò che si sta facendo e quanto resta a fare per la giusta perequazione fra le varie regioni d'Italia. Dai grafici balza evidente la triste inferiorità del mezzogiorno e delle isole, dove per la deficienza di favorevoli condizioni nella captazione delle forze idriche, e per la loro infelice ubicazione rispetto a lontani centri di consumo, si era data la preferenza alle centrali termiche locali, fermandosi così lo sviluppo dell'elettricità al primo stadio.

Con i grandiosi impianti a serbatoio in progetto e con le mutate condizioni economiche che rendono oggi possibili le lunghe linee di trasmissione, è sperabile che anche tali regioni prenderanno lo sviluppo che meritano, mettendosi al pari con il Nord.

Il problema del mezzogiorno è essenzialmente un problema di energia a buon mercato e largamente diffusa. Quando questa vi sarà, potrà industrializzarsi l'agricoltura, potranno spingersi innanzi irrigazioni e bonifiche redimendo vaste plaghe oggi malariche ed incolte, potrà attivarsi l'industria dei prodotti del suolo, potranno mettersi in maggior valore le ricchezze minerarie, potranno intensificarsi le comunicazioni, potrà farsi della vera e propria industria.

Dai diagrammi appare anche lo sforzo poderoso compiuto dall'iniziativa privata, che finora ha agito senza alcun sussidio statale, per dotare il paese di una fitta rete di impianti e di linee di trasmissione.

La guerra ha portato un incremento notevole nella produzione dell'energia che è quasi raddoppiata dal 1914 ad oggi, giungendo al 30 giugno 1921 a quasi 4.5 miliardi di kWh. La costruzione degli impianti ha seguito un andamento sempre ascendente, ma notevole è stato il miglioramento del coefficiente di utilizzazione.

Oggi tutti gli sforzi sono concentrati a sfruttare gli impianti esistenti in attesa che entrino in esercizio i nuovi, e si rialzano dighe, si ampliano serbatoi, si collocano nuove macchine, si rinforzano le linee, si applicano i condensatori rotanti, mentre si moltiplicano i collegamenti di impianti, si creano linee interregionali di grande scambio per facilitare i compensi fra bacino e bacino, e fra quelli alpini, i prealpini e gli appenninici.

Non una goccia d'acqua deve essere più sprecata potendo con giudiziosi spostamenti di alimentazione caricarsi un serbatoio nel mentre si provvede alla sua zona con l'energia esuberante di altre zone.

Per spontanea comprensione delle vere necessità tecniche, gli esercenti imprese elettriche si sono aggruppati, e hanno stabilito un piano regolatore che ben pochi conoscono e che ho cercato di tracciare in un grafico dimostrativo che indica i grandi gruppi di centrali appartenenti a ciascuna delle grandi Società, le linee di collegamento e quelle dei grandi scambi.

In questa carta più che disegnare i tracciati effettivi delle linee di trasmissione, ho indicato i collegamenti e balza evidente come già alcuni gruppi di centrali del Piemonte alimentino o possano alimentare le reti della Liguria e della Lombardia, e possano andarsi a congiungere con le centrali del Veneto, mentre altre grandi linee maestre collegano gli impianti alpini con quelli appenninici spingendosi fino a Bologna, Firenze o Livorno; ma siccome Firenze è già collegata con il gruppo di Terni, e questo con Roma, un collegamento può dirsi già esista fra l'Adamello e Roma!.

Il problema delle frequenze, che un tempo ha dato tanto da pensare è stato risolto elegantemente sia con le unità a doppia frequenza sia con i convertitori riversibili, col concetto di provvedere agli scambi differenziali.

D'altra parte, il moltiplicarsi degli allacciamenti non potrebbe estendersi senza pericolo per la continuità dei servizi, e le lunghe linee non potrebbero essere utilizzabili praticamente senza interposizioni di organi elastici.

La linea costituisce un collegamento rigido, il convertitore rotante o il condensatore rotante che trasformano la frequenza o riducono gli spostamenti di fase in ritardo, debbono essere considerati come i giunti elastici nelle trasmissioni, indispensabili per il perfetto funzionamento della complessa rete che in un tempo non lontano potrà realmente chiamarsi rete nazionale.

Quel piano regolatore che qualche Deputato riteneva dovesse essere compito del Governo prescrivere ed imporre, è un fatto compiuto che mette conto di far ben conoscere al Paese.

La conferma che l'attività degli esercenti non si è mai arrestata la si ha dal rapido esame dei lavori che si stanno compiendo.

Il gruppo piemontese (Moncenisio e S. I. P.) quello Lombardo (Edison, Lombarda, Conti, Dinamo, Orobia, Bresciana, Adamèllo, ecc.) quello Veneto (Adriatica e Cellina) quello Emiliano (Emiliana, Bolognese) quello Ligure (Aveto) il Toscano (Selt) il Laziale (Anglo Romana) il Meridionale, il Siculo, ed il Sardo tutti lavorano. (durante la conferenza verranno descritti tali lavori col sussidio di numerose fotografie proiettate).

✶

Durante la guerra spesso è difettata l'energia, e il Governo ha dovuto imporre il razionamento e lo spostamento dei turni di riposo. Qualcuno ha voluto dedurne che le società elettriche, timorose della pletora di energia, avessero voluto espressamente ritardare la costruzione di nuovi impianti o le banche avessero impedito l'esecuzione di alcuni progetti. Nulla di più falso. L'esame del diagramma della produzione dimostra come la richiesta siasi intensificata in modo impressionante mentre mancava la materiale possibilità di far sorgere di incanto nuove centrali.

La deficienza di energia è continuata anche nel dopo guerra perchè ad onta che siasi avuta una contrazione nel consumo industriale si è enormemente accresciuto quello privato. Ma tale deficienza durerà per poco. Entro il 1922 entreranno in servizio per oltre 100 000 kW di nuovi impianti, e si avranno a disposizione oltre 400 milioni di kWh in più degli attuali. Se quindi quest'anno si dovrà ancora in qualche regione (ove difettassero le precipitazioni o le condizioni metereologiche fossero avverse) stentare a passare il periodo di magra alpina, che il pubblico abbia pazienza, sarà l'ultimo anno. Quanti perturbamenti non ha arrecato la guerra in tutte le cose ed in tutti i servizi? Perchè solo contro le società elettriche tutti debbono accanirsi? Vanno forse bene le ferrovie, le poste, i telegrafi, il servizio dei rifornimenti alimentari. In quale campo si è di già ritornati alla situazione prebellica?

D'altra parte se le società elettriche non hanno maggiormente spinto i loro lavori, la colpa non è tutta loro ma in gran parte è del Governo, oltre che della situazione generale tutt'altro che stabilizzata.

Diceva S. E. Bonomi, nel 1916 allorchè difendeva il suo decreto sulle acque pubbliche:

« Quì si profila o Signori il grande disegno della nazionalizzazione « delle forze idrauliche, che fu tante volte reclamata da coloro che « pensano essere la utilizzazione delle acque pubbliche compito dello « Stato; il quale non può abbandonare ad altri le forze naturali che « sono della collettività.

« Ma questa nazionalizzazione delle forze idrauliche non si com« pie attraverso un gigantesco piano di lavori statali che presupporreb« bero una organizzazione industriale e finanziaria dello Stato quale « oggi non è possibile mettere in essere; sebbene attraverso il libero « svolgimento delle industrie che creano prima per se e poi per lo Stato « una nuova e cospicua ricchezza ».

Il Governo dovrebbe in tutti i modi agevolare coloro che rischiano i propri capitali per compiere una funzione essenziale alla vita economica del paese e per creare il nuovo demanio idroelettrico, dal momento che ha stimato più opportuno delegare ad altri una funzione che ritiene sia di sua competenza.

Quale è stata invece la politica sua dal momento in cui il mutato potere di acquisto della moneta, rendeva indispensabile quel suo intervento tanto bene sollecitato dalla Commissione del dopo guerra del novembre 1918?

Durante la guerra esisteva un decreto che consentiva l'investimento dei sopraprofitti di guerra negli impianti idroelettrici e lignitoelettrici in integrazione, in esenzione di sovra imposte ed alla nostra industria erano state assicurate molte centinaia di milioni dai gruppi industriali più forti quali la Fiat, l'Ilva, la Breda, l'Ansaldo ecc. ecc. L'estero, e segnatamente la Svizzera, la Francia, l'America, si interessavano fortemente di questa nostra industria che era sana e promettente, e molteplici trattative erano bene avviate. Una prima doccia fredda la si è avuta con l'annunzio dei provvedimenti Giolitti. Le centinaia di milioni promessi sono sfumati di colpo per la revoca delle esenzioni mentre l'estero si è ritirato subito di fronte all'istituto della nominatività. Le imprese elettriche che non hanno conseguito sopraprofitti reali di guerra (perchè quei pochi ad esse attribuiti non sono in realtà che soprapprezzi di emissioni di azioni o quote normali di incremento di utili dalla legge 24 settembre 1920 sono state invece aspramente colpite perchè è loro venuta meno la sperata devoluzione dei profitti degli altri.

I titoli elettrici non sono speculativi ma rappresentano un investimento da risparmiatori, e la nominatività in fondo non muterebbe troppo la situazione, ma il male enorme che da questo provvedimento ne verrebbe ad esse, sta tutto nel fatto che in un primo momento il finanziamento di nuovi impianti viene fatto da speculatori i quali lo garantiscono perchè a loro volta e col tempo sperano di collocare i titoli presso i privati. Togliere al titolo la mobilità, almeno nei primi tempi, significa impedire la funzione più utile dei finanziatori, e quindi rendere quasi impossibile il finanziamento.

Il lodo Labriola poi hà dato un altro colpo violento alle imprese elettriche che per 9 o 10 mesi hanno dovuto sopportare i maggiori aggravi per il personale, senza possibilità di rivalsa; nè il decreto sull'aumento delle tariffe ha eliminate tutte le difficoltà, essendosi per di più aggiunti nuovi oneri a quelli contemplati dai concordati del luglio scorso, e dei quali il Governo non ha voluto tener conto.

Altra causa di malumore per l'estero è stata la presentazione da parte del Governo dell'emendamento all'art. 20 del R. D. L. N. 2161 (derivazioni di acque pubbliche) col quale si tenderebbe ad escludere gli stranieri dalle direzioni e dai consigli delle società concessionarie di forze idroelettriche italiane, ciò che ha fatto definitivamente passare la voglia di interessarsi dei nostri affari anche ai meglio intenzionati.

Il Governo che ha impedito agli industriali di investire i loro profitti di guerra negli impianti idroelettrici, ora largisce parecchie centinaia di milioni per agevolarne la costruzione onde combattere la disoccupazione, ma intanto ha fatto perdere due anni di tempo, ha creato intorno a noi la diffidenza e la sfiducia del mondo intero, ci ha messi nella impossibilità di finanziare gli affari anche più promettenti, mentre se gli stessi milioni avesse fatti investire dagli industriali, le aziende elettriche sarebbero più forti e più floride e gli industriali non sarebbero sull'orlo del fallimento.

Questi calcoli sbagliati del Governo non si fermano poi neanche quì. Si proibisce o si limita la facoltà agli istituti di emissione di finanziarie affari industriali, e quindi si toglie l'unico mezzo di concorrenza possibile alle banche speculative; ma poi si consente che gli istituti stessi rigurgitino di effetti riscontati dalle banche speculative! E così, il rischio resta in tutta la pienezza agli istituti di emissione, il guadagno va tutto alle banche speculative e l'industria anzichè essere un fine a se stessa, diviene facilmente un mezzo per più o meno legittime operazioni finanziarie o speculative.

Sotto questo punto di vista, l'azione del Governo, pur lasciando la massima libertà all'iniziativa privata, dovrebbe intervenire per mantenere all'industria elettrica il suo carattere strettamente industriale, impedendole di cadere sotto la speculazione.

A completare i lavori in corso e quelli in progetto e di imminente esecuzione, che complessivamente rappresentino circa 1 milione di kW occorrono circa 3 miliardi. Oggi un impianto si considera possibile quando costi meno di una lira per kWh in conto capitale, e il programma è appunto di fornire al paese almeno altri 3-4 miliardi di kWh.

Il capitale privato, spaventato, non darà mai tale cifra, e su quello estero, oramai disgustato non si può fare più assegnamento. Deve quindi studiarsi il modo per fare intervenire lo Stato a mezzo dei propri istituti di credito, tal quale come è intervenuto ed interviene per le altre opere pubbliche o di pubblico interesse e per le ferrovie o tramvie extra urbane.

L'intervento deve essere non solo inteso a finanziare i nuovi impianti quanto a sovvenzionarli per poter mantenere il costo dell'energia in limiti tollerabili. L'energia attualmente si vende in media poco meno o poco più del doppio di quella prebellica, mentre quella che verrà prodotta dai nuovi impianti costerà molto di più. Già sulla energia attuale gli esercenti, legati da vecchi contratti non guadagnano e spesso perdono.

Con l'andare del tempo quindi l'energia dovrebbe aumentare di prezzo, sempre che il Governo, adempiendo ad una delle principali sue funzioni, non intervenga. I sussidi stabiliti a suo tempo delle 40 lire per cavallo nominale sono divenuti oramai irrisori essendo ampiamente assorbiti dai nuovi gravami, sotto forma di dazi doganali tasse e sopratasse, maggior costo della mano d'opera ecc.

Agevolazioni nei finanziamenti ed aumenti nelle sovvenzioni, politica organica e coerente, saranno gli unici mezzi per invogliare di nuovo gli esercenti ad intensificare le nuove costruzioni e per vincere la paralisi che ha assalito tutti gli elementi più fattivi del paese.

Gli esercenti imprese elettriche hanno dato tali prove di vitalità e di competenza che sarebbe una follia oggi sostituire ad essi lo Stato con i suoi funzionari, ed a questo crediamo non pensi neanche il Governo.

Ma essi vanno incoraggiati o quanto meno non vanno spaventati.

La nuova legislazione elettrica che si sta preparando dovrebbe tener conto della situazione attuale, e costituire appunto il desiderato incoraggiamento.

Guai se essa si conformasse alle demagogiche aspirazioni di quei progetti di iniziativa parlamentare che fecero chiasso l'anno scorso e che, se fossero attuate segnerebbero la morte di una industria che si è dimostrata fra le più sane e forti del nostro paese.

N.B. – Tabelle statistiche, grafici, carte, diagrammi e fotografie degli impianti in costruzione verranno pubblicati col testo completo della conferenza.

★ ★

ING. G. MARCHESI — Comunicazioni telefoniche fra la Sicilia e il Continente.

La breve comunicazione dell'Ing. Marchesi comprenderà prima un cenno della situazione attuale delle linee telefoniche che collegano la Sicilia alla Penisola; situazione la quale non diversifica da quella generale della rete interurbana del nostro Paese, con l'aggravante in più che, mentre per le altre regioni d'Italia esiste quasi sempre, nei casi d'interruzione delle linee dirette, la possibilità di provvedere in qualche modo a formare le comunicazioni con allacciamenti di linee ausiliarie, per la Sicilia le interruzioni non ammettono alcun espediente capace di attenuare l'inconveniente.

A questa difficoltà si aggiunge quella della lunghezza delle linee imposta dalla forma della nostra Penisola e dalla posizione che l'Isola occupa all'estremo della Penisola stessa.

L'A. passa quindi rapidamente in rassegna i risultati degli studi ed esperimenti compiuti in telefonia negli ultimi tempi, studi ed esperimenti che egli considera ripartiti in tre principali campi, in corrispondenza agli argomenti che seguono:

1) Trasmissione agli estremi della linea.

2) Distanza cui può spingersi lo scambio diretto della parola.

3) Utilizzazione dei circuiti con sovrapposizione e simultaneità di traffici.

L'A. accenna quindi ai progetti in corso per migliorare le comunicazioni telefoniche della Sicilia e termina indicando quali ulteriori provvedimenti sarebbero da prendere sia, in particolare, per l'isola, sia, in genere, per l'intera rete nazionale; provvedimenti che trovano purtroppo difficile attuazione nella situazione generale delle industrie, nel disagio attuale del Paese, e nelle procedure dell'Amministrazione statale.

DESCRIZIONE SOMMARIA DEGLI IMPIANTI DELLA SOCIETA' GENERALE ELETTRICA DELLA SICILIA

La Società Generale Elettrica della Sicilia, a mezzo delle Consociate Società di Rivendita: Società Messinese per Imprese Elettriche, Società Catanese di Elettricità, Società Siracusana di Elettricità, distribuisce energia nelle seguenti zone:

Messina - Milazzo - Barcellona - Spadafora - Giardini - Taormina - Roccalumera (S. M. I. E.)

Fig. 1. — Schema della distribuzione di energia elettrica in Sicilia.

Catania - Acireale - Adernò - Paternò - Biancavilla - Riposto - Mascalucia - Viagrande - S. Giovanni La Punta - Pedara - Misterbianco - (S. C. E.)

Siracusa - Avola - Floridia - Augusta (S. S. E.).

Dispone di tre Centrali Idroelettriche di cui due sul Fiume Alcantara ed una sul Fiume Cassibile.

N. 1 Centrale Termica principale d'integrazione e riserva in Catania (proprietà della S. C. E.)

N. 2 Centrali Termiche secondarie di riserva in Messina e Siracusa (rispettivamente proprietà della S. M. I. E. e della S. S. E.)

N. 7 Cabine primarie cioè: Archi - Messina - Roccalumera - Viagrande - Catania - Carlentini - Siracusa, destinate a trasformare l'energia da 40 000 a 10 000 o a 5 000 volt (proprietà delle rispettive Società di Rivendita).

N. 160 Cabine Secondarie di cui 96 in muratura e 64 da palo per trasformare l'energia da 10 000 o 5 000 volt a 275/160 volt (proprietà delle rispettive Società di Rivendita).

N. 2 Sottostazioni Convertitrici per la trasformazione della corrente alternata in continua, di cui una è compresa nella Cabina primaria di Catania e l'altra trovasi a Capo Mulini, presso Acireale, e serve per la tramvia Catania-Acireale (ambedue proprietà della S. C. E.)

km 257 di linee di trasporto a 40 000 volt con relativa linea telefonica.

km 283 di linee di trasporto e distribuzione a 10 000 e 5 000 volt (proprietà delle rispettive Società di Rivendita)

km 526 di linee per le reti di distribuzione a bassa tensione (proprietà delle rispettive Società di Rivendita).

IMPIANTI IDROELETTRICI

Impianto su l'Alcantara II° salto.

Le opere di presa sono in contrada Spatola in territorio di Castiglione di Sicilia. L'acqua è derivata mediante diga di sbarramento in muratura della lunghezza di metri 39; è immessa nel canale sghiaiatore, indi nel canale di presa, parte in trincea e parte in galleria. Il canale, tutto coperto, è della lunghezza di metri 4400 ed ha la sezione normale di metri 1,90 di larghezza per m 1,70 di altezza. La pendenza del fondo è di 1,5 per mille. A circa metri 1300 dalla presa vi è un edificio misuratore con tre sifoni autolivellatori tipo Gregotti per impedire il sovralzamento del pelo d'acqua oltre il dovuto.

Dalla galleria di presa al canale di scarico sotto alle turbine il dislivello, e cioè il salto disponibile è di m 110,50 (salto utile m 108,50).

La condotta forzata è della lunghezza di m 682,60, formata da tubi in lamiera chiodata dello spessore di 8 a 14 m/m, del diametro interno di m 1,70.

una turbina tipo Pelton da 150 kW, 194 litri, 750 giri, direttamente accoppiata ad una dinamo a corrente continua a 110 volt.

Tre trasformatori della potenza unitaria di 2300 kVA e con rapporto di trasformazione 5250/41 000 volt in olio con raffreddamento a circolazione d'acqua.

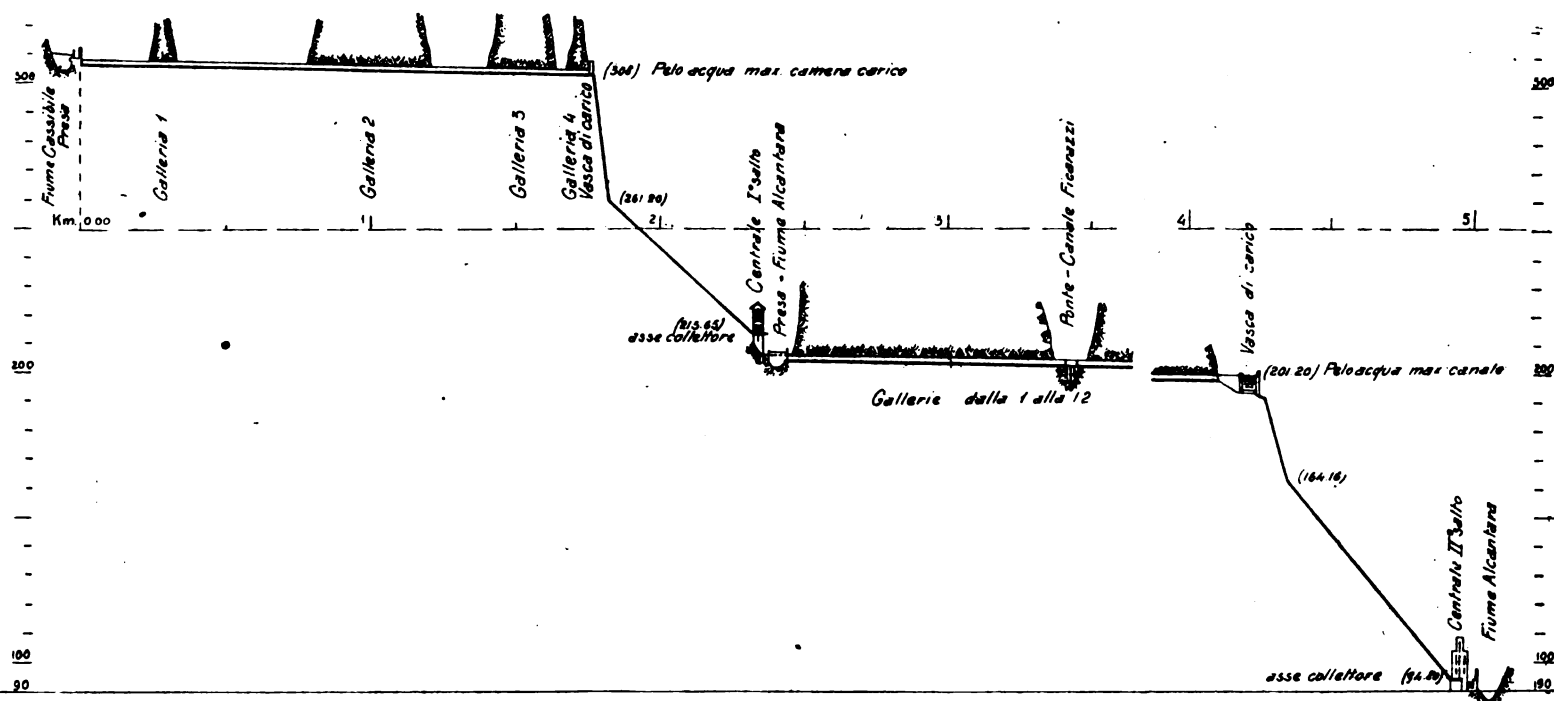



Fig. 2. — Impianti idroelettrici sul Fiume Alcantara - Profilo del I e II salto.

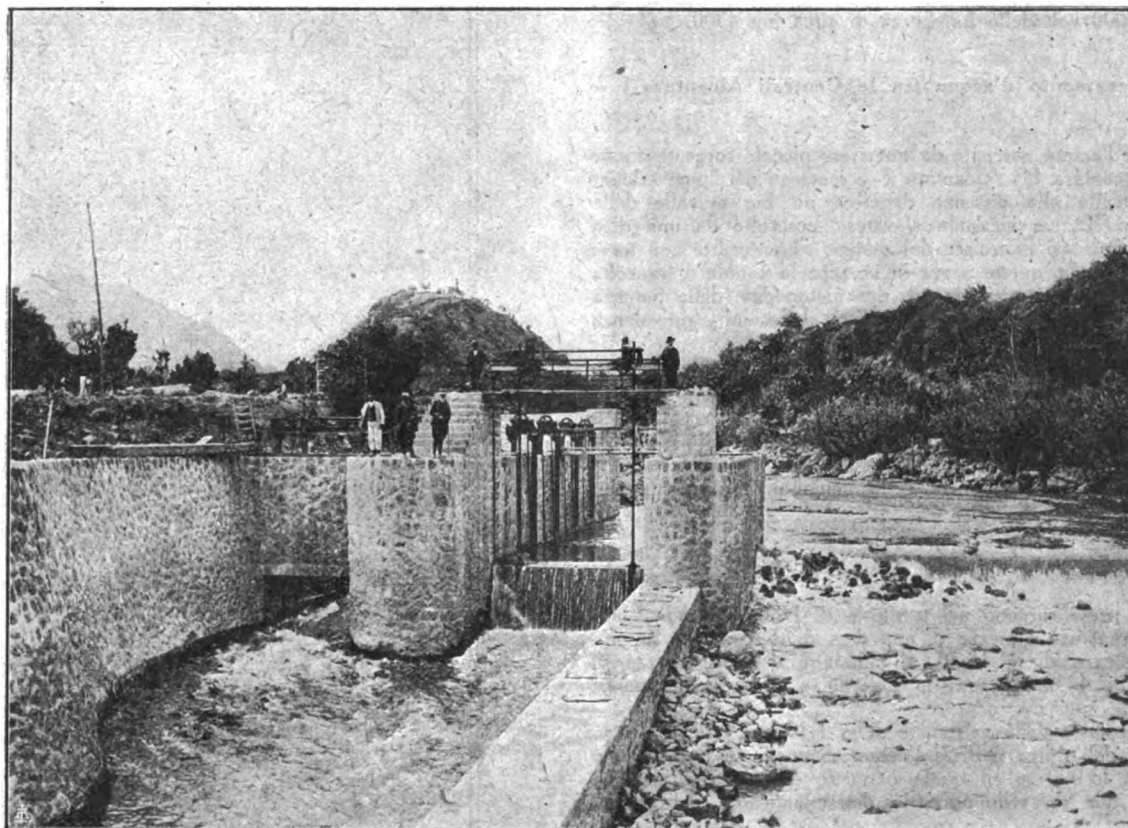



Fig. 3. — Impianto Alcantara - Opere di presa.

La Centrale è un edificio a tre piani in cemento armato; sorge in località detta Sparacara ed ha un'area coperta di 826 m².

La portata massima invernale dell'impianto è di m³ 5; la minima estiva di circa m³ 2,3.

Nella sala macchine sono installati tre gruppi generatori composti ognuno da una turbina tipo Francis ad asse orizzontale da 2100 kW, 2500 litri, 500 giri, direttamente accoppiata ad un alternatore trifase capace di sviluppare 2300 kVA con un fattore di potenza uguale a 0,75 ed alla tensione di 5250 volt tra le fasi, 50 periodi.

Due gruppi per l'eccitazione degli alternatori composti ognuno da

Due trasformatori da 500 kVA con raffreddamento naturale in olio e rapporto di trasformazione 5250/10 500 Volt per il servizio sulla zona di Giardini e Riposto.

Un trasformatore da 40 kVA, con raffreddamento naturale in aria e rapporto di trasformazione 5250 275/160 volt per il servizio ausiliare in Centrale.

La Centrale è protetta da scaricatori a corna e scaricatori elettrolitici. Scaricatori S. I. G. sono installati sull'arrivo della linea a 40 000 volt proveniente dalla Centrale Alcantara I°.

Centrale Alcantara I° salto.

Le opere di presa sono in contrada Trombetta in territorio di Castiglione di Sicilia. L'acqua è derivata mediante diga di sbarramento in muratura della lunghezza di 20 metri circa; è immessa in una vasca di raccolta da cui si diparte il canale di presa. Detto canale è tutto coperto ed è della lunghezza di circa metri 1800; la sua sezione ai piedritti è di m 1,60 di larghezza per m 1,65 di altezza; la pendenza del fondo è di 1,5 per mille. A circa metri 300 dalla presa vi è un edificio misuratore munito di tre sifoni autolivellatori tipo Gregotti. Dalla galleria di presa al canale di scarico sotto le turbine il dislivello, e cioè il salto disponibile è di m 102,50 (utile metri 100).

La condotta forzata è della lunghezza di metri 622,10 ed è formata da tubi in lamiera chiodata dello spessore di m/m 6 a 9 e del diametro interno di m 1,35 a 1,25.

La portata massima invernale dell'impianto è di m³ 3,5 circa, la minima estiva di circa m³ 1,150.

La Centrale è un edificio a tre piani in muratura con copertura in eternit e sorge presso l'attuale presa della Centrale Alcantara 2° salto in contrada Spatola Gravà.

Nella Sala macchine, capace di 4 gruppi elettrogeni, ne sono installati attualmente tre. Ciascuno di essi è composto da una turbina Francis ad asse orizzontale di 1300 kW effettivi, litri 1750, giri 750, direttamente accoppiata ad un alternatore trifase capace di sviluppare 1710 kVA con un fattore di potenza eguale a 0,7 ed alla tensione di 5300 volt tra le fasi, periodi 50. Le eccitatrici sono coassiali agli alternatori e della potenza di 30 kW a 70 volt max.

Tre trasformatori elevatori della potenza di 1750 kVA ognuno, con raffreddamento naturale in olio, rapporto di trasformazione 5250/41 000 volt, 50 periodi.

Un trasformatore da 40 kVA con raffreddamento naturale in aria, rapporto 5250 a 284/165 volt per i servizi ausiliari.

Due trasformatori trifasi della potenza di 125 kVA cadauno con raffreddamento naturale in olio, rapporto 5000/3000 volt, 50 periodi, destinati al servizio dei Centri di Castiglione e Francavilla di Sicilia (antichi impianti di proprietà dei singoli Comuni) e a quello dell'impianto elevatorio di cui sotto.

La Centrale è protetta da scaricatori S. I. G. e da scaricatori a getto liquido.

Essa è unita alla Centrale Alcantara 2° Salto a mezzo di una linea trifase a 40 000 volt della lunghezza di circa km 4300.

Impianto di sollevamento d'acqua fra le Centrali Alcantara I° e Alcantara II°.

Per utilizzare l'acqua nascente da numerose piccole sorgenti situate tra la Centrale Alcantara 1° - Alcantara 2° e scorrenti nel fiume Alcantare, è stato costruito alla distanza di circa un km a valle della Centrale Alcantara 1°, un impianto elevatore, costituito da una diga provvisoria di stagione (si costruisce dal maggio al settembre con terra e pietrame) che convoglia queste acque in un piccolo canale di raccolta ove fanno capo i tubi di aspirazione di due motopompe della potenza di 55 kW ognuna, 260 V, portata 270 litri al secondo, prevalenza metri 13,70.

Queste motopompe adducono l'acqua al vicino canale dell'impianto Alcantara 2° Salto ove essa viene utilizzata per la caduta di detto impianto ossia metri 108,50.

Dette motopompe sono alimentate da due trasformatori da 70 kVA ognuna, 3000/260 volt, 50 periodi, raffreddamento naturale in olio.

La potenza netta ricavabile da detto impianto, funzionante con ambedue le motopompe, è di 250 kW.

Impianto sul Cassibile.

Le opere di presa sorgono nel territorio di Noto contrada Ganzeria. L'acqua è derivata a mezzo di una diga di sbarramento in muratura della lunghezza di m 18,20. Il canale è della lunghezza di m 8204,70, di cui 4450,20 metri in galleria e 3754,50 in trincea coperta.

La sezione normale della galleria è di m 1,30 per 1,90.

In prossimità dell'ultima galleria l'acqua s'immette in un serbatoio della capacità di 13 000 m³ il quale permette d'immagazzinare una quantità d'acqua tale da sviluppare, in determinate ore del giorno, 9000 kWh circa.

Salto utile metri 270.

La condotta forzata è della lunghezza di m 612. I primi 445 metri sono in tubi di lamiera d'acciaio chiodata dello spessore da 6 a 11 mm e del diametro interno di 900 a 800 mm; gli ultimi 167 metri sono in lamiera di acciaio saldata dello spessore di 9 a 12 mm con diametro interno uniforme di 700 mm.

La Centrale, in contrada Cavagrande nel territorio di Avola, ha un'area coperta di 789 m². Consta di un edificio a tre piani in cemento armato poggiato sopra una platea antisismica.

La sala macchine è capace di 4 gruppi generatori; attualmente ne sono installati tre, composti ognuno da una ruota Pelton ad asse orizzontale da 1500 kW, 740 litri, 500 giri direttamente accoppiata ad un alternatore trifase capace di sviluppare 1837 kVA alla tensione di 5250 volt tra le fasi, 50 periodi con fattore di potenza eguale a 0,80.

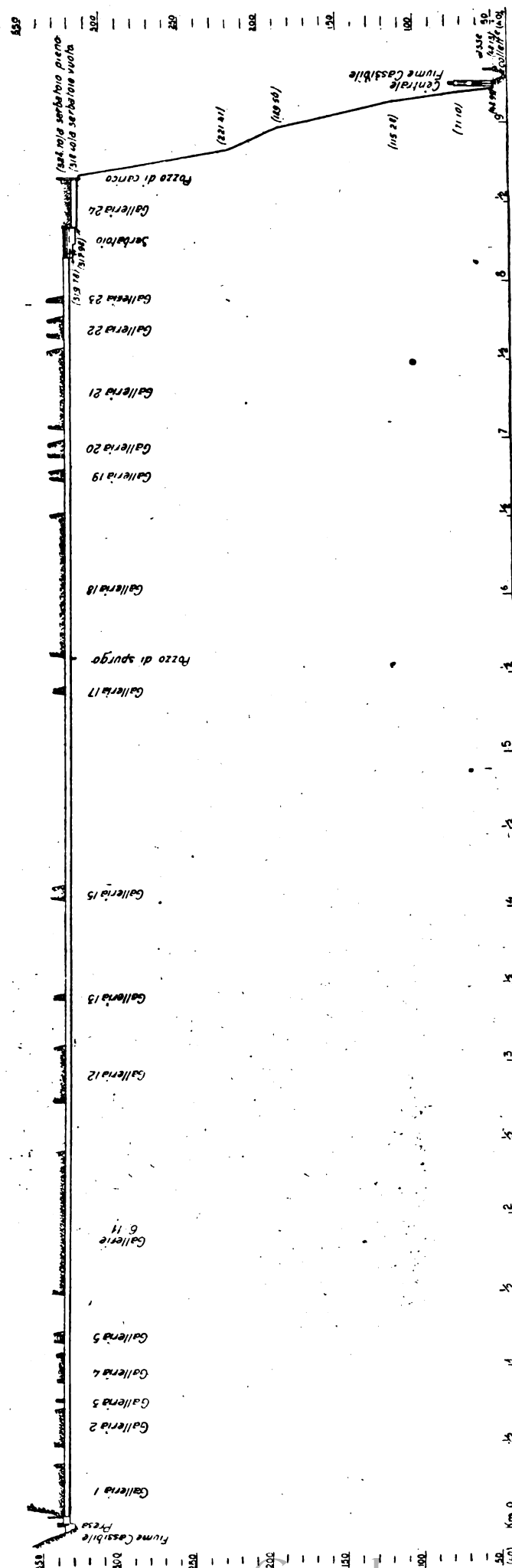



Fig. 4. — Impianto idroelettrico sul Fiume Cassibile - Profilo.

I due gruppi per la eccitazione degli alternatori sono composti ognuno da una turbina tipo Pelton ad asse orizzontale da 130 kW, 65 litri, 750 giri, direttamente accoppiata ad una dinamo a corrente continua della potenza di 130 kW, 110 volt.

Fig. 5. — Impianto del Cassibile - La presa.

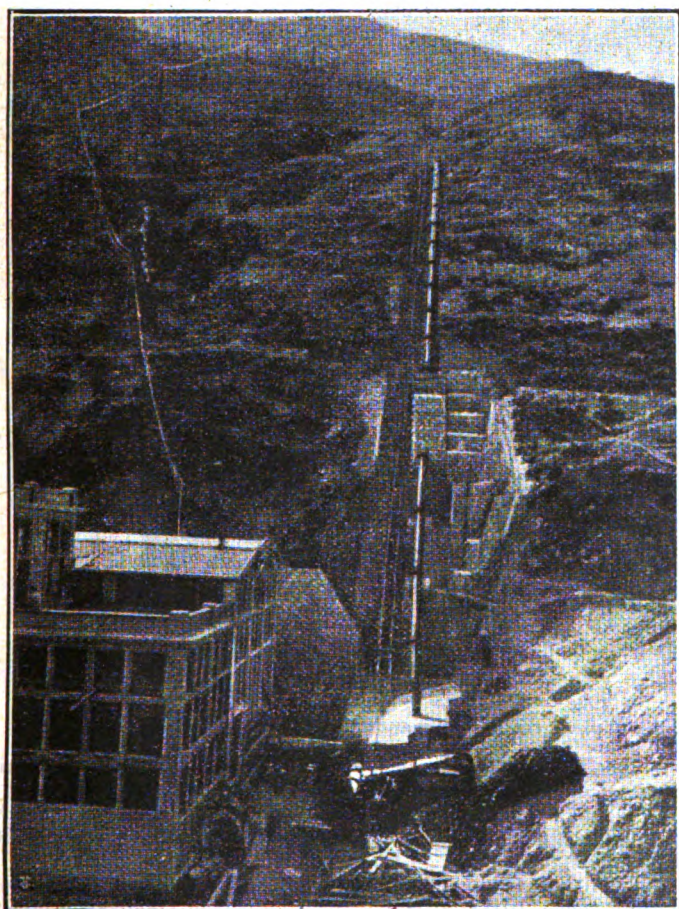



Fig. 6. — Condotta forzata Cassibile.

Sono installati tre trasformatori da 2000 kVA in olio con raffreddamento a circolazione d'acqua, rapporto di trasformazione 5250/40 000 V.

Un trasformatore da 250 kVA in olio con un rapporto di trasformazione 5250/5250 (per la linea Cassibile-Avola-Noto).

Due trasformatori da 20 kVA ciascuno con rapporto 5250/275/160 volt per i servizi ausiliari della Centrale.

La Centrale è protetta da scaricatori a rulli e da scaricatori a getto d'acqua.

★

CENTRALI TERMO-ELETTRICHE

1ª Centrale termica di Catania.

E' un fabbricato in muratura comprendente essenzialmente una sala caldaie ed una sala macchine con un'area coperta di m² 1485 complessivamente.

Nella sala caldaie sono installate 5 caldaie tubolari tipo Tosi della superficie riscaldata di m² 370 cadauna montate in due batterie da due caldaie ciascuna e l'ultima caldaia indipendente. E' altresì installata una batteria di economizzatori *Green* costituita da 576 tubi di ghisa con apparecchio di pulitura meccanica.

Le sopradette caldaie sono costruite per produrre vapore surriscaldato alla pressione di 14 atmosfere alla temperatura di 250 gradi.

Nella sala macchine è installato un Turbo Alternatore, costruito dalla Ditta Tosi & Brown Boveri. Ha la potenza di 4400 kVA ($\cos \varphi = 0{,}75$) alla velocità di 1500 giri, 50 periodi e produce energia elettrica trifase alla tensione di 4400 volt.

L'energia prodotta dal Turbo Alternatore viene sopraelevata alla tensione di 10 500 volt mediante un autotrasformatore di potenza corrispondente al turbo alternatore. I morsetti primari dell'autotrasformatore sono messi in comunicazione con le sbarre a 10 000 volt dell'attigua Cabina Primaria di trasformazione in modo che l'energia sviluppata dal Turbo Alternatore può essere utilizzata sia direttamente sul centro di distribuzione di Catania, la cui rete è derivata dalle sopraindicate sbarre a 10 000 volt, sia in qualunque altro Centro della regione mediante i trasformatori elevatori installati nella Cabina e che normalmente funzionano come trasformatori riduttori.

Per ogni evenienza il Turbo Alternatore potrà funzionare in parallelo tanto con le Centrali Idroelettriche che con le Centrali termiche di Messina e Siracusa.

In questa Officina è inoltre installato un motore Diesel ad olio pesante capace di sviluppare 490 kW effettivi. Esso è direttamente accoppiato a due dinamo coassiali a corrente continua alla tensione di 500/600 volt, 150 giri.

2ª Centrale termica di Messina.

Il fabbricato è costituito da due ampi locali, uno per la sala macchine 30 × 15 metri, ed uno per la sala caldaie da 14,30 × 14 m.

Nella sala caldaie è installata una batteria costituita da due caldaie del tipo Babcock & Wilcox, aventi ciascuna una superficie riscaldata di 170 m² e provviste di un surriscaldatore con una superficie di 36 m² generante un vapore surriscaldato a 350° e 13 atmosfere di pressione.

Le motrici a vapore dei due gruppi elettrogeni sono della Ditta Tosi. La potenza normale di ciascuno di essi è di 370 kW effettivi

alla pressione di 12 atmosfere. Ogni macchina è direttamente accoppiata ad un alternatore trifase della Ditta A. E. G. del tipo ad indotto fisso ed induttore rotante, ciascuno della potenza di 345 kW alla tensione di 5250 volt, 50 periodi.

La corrente continua per l'eccitazione dell'alternatore è fornita da dinamo tetrapolari con eccitazione in derivazione munita ciascuna di puleggia per cinghia, tenditore a slitta e regolatore di campo.

Ciascuna dinamo ha una potenza di 27 kW, 150 volt, 560 giri.

La Centrale può lavorare in parallelo colle altre Centrali di produzione erogando energia sulle sbarre collettrici a cui giunge pure l'energia trasportata dalle Centrali idroelettriche.

3ª Centrale termica di Siracusa.

Il fabbricato dell'Officina è costituito da due capannoni destinati uno alle caldaie e uno alle motrici.

Nel locale caldaie sono installati tre caldaie multitubolari del tipo Babcok & Wilcox avente ciascuna una superficie riscaldata di 128 m² capace di produrre vapore alla pressione di 9 atmosfere.

Dette caldaie alimentano una motrice a vapore del tipo Lenz a due cilindri capace di sviluppare una potenza di 220 kW se alimentata con vapore saturo alla pressione di 9 atmosfere, oppure 330 kW se alimentata da vapore surriscaldato alla pressione di 12 atmosfere.

E' inoltre installata presso questa Centrale una caldaia Tosi simile a quelle installate nella Centrale di Catania e cioè della superficie riscaldata di 370 m° producente vapore surriscaldato a 14 atmosfere, 250°.

La Centrale può lavorare in parallelo colle altre Centrali di produzione analogamente alla Centrale di Messina.

Vi è inoltre un trasformatore da 60 kVA per i servizi vicinali - rapporto di trasformazione 10 500/275/160 V, raffreddamento naturale in olio.

L'impianto è protetto da scaricatori tipo I. U. M. e S. I. G.

Cabina primaria di Messina.

Questa Cabina alimenta la zona di Messina.

Vi sono installati tra trasformatori da 1000 kVA ciascuno, raffreddamento in olio - rapporto di trasformazione 38 500/5250 volt.

Un trasformatore da 60 kVA per i servizi vicinali - rapporto di trasformazione 5250/275/160 volt, raffreddamento naturale in olio.

L'impianto è protetto da scaricatori tipo I. U. M., da scaricatori idrici ed a corna.

Cabina primaria di Roccalumera.

E' di tipo misto all'aperto ed interna, e precisamente sono esterni gli interruttori a 40 000 V e gli apparecchi di protezione sia a 40 000 V che a 10 000 V ed interni i trasformatori ed il quadro secondario. Attualmente è installato un solo trasformatore da 300 kVA, 39 000/10 500 volt, 50 periodi a raffreddamento naturale, oltre ad un trasformatorino da 1 kVA 10 000/150 volt per i servizi interni. La linea uscente a 10 000 V serve la zona litoranea estendendosi da S. Alessio ad Alì.

Fig. 7. — Impianto del Cassibile – Centrale idroelettrica.

★

CABINE PRIMARIE DI TRASFORMAZIONE

Cabina primaria di Archi.

Questa Cabina serve per l'alimentazione delle zone di Milazzo, Barcellona e Spadafora.

Sono installati tre trasformatori da 500 kVA ciascuno raffreddamento in olio - rapporto di trasformazione 38 500/10 500 V - 50 periodi.

Cabina primaria di Viagrande.

Questa Cabina alimenta le zone di Adernò, Paternò, Biancavilla, S. Giovanni, Mascalucia, Acireale, Capomulini e Viagrande.

In essa sono installati tre trasformatori della potenza di 500 kVA ciascuno, raffreddamento in olio - rapporto di trasformazione 38 500/10 500 volt, 50 periodi.

Un trasformatore da 37 kVA per i servizi locali - rapporto di trasformazione 10 000/282/165 volt, 50 periodi, raffreddamento naturale in olio.

E' protetto da scaricatori tipo I. U. M.

Cabina convertitrice di Catania.

In essa sono installati:

n° 4 trasformatori da 500 kVA ciascuno, raffreddamento in olio - rapporto di trasformazione 10 000/395 V.

n° 4 commutatrici esapolari da 500 kVA ciascuna - 500 giri, trasformanti la corrente alternata in corrente continua a 500/600 V.

n° 1 gruppo survoltore della Ditta Siemens composto di quattro indotti coassiali di cui i due estremi appartengono alle dinamo e i due intermedi ai motori. Le survoltrici sono per 500-335-225 A. rispettivamente alle tensioni 100-150-200 V. I motori per 260-225 A. alle tensioni rispettivamente di 260-300 V, velocità 1450 giri.

Sono inoltre installate due batterie di accumulatori, una per forza e luce e l'altra pel servizio trazione.

La prima è costituita da 333 elementi della capacità di 1500 Ah per scarica di 3 ore con 500 A normali di scarica.

La seconda del tipo a repulsione, è costituita da 280 elementi della capacità di 800 Ah con 800 A di scarica per un'ora.

Cabina primaria di Carlentini.

Di tipo simile alla Cabina di Roccalumera, al momento alimenta solo il Centro di Augusta.

In essa sono installati due trasformatori da 300 kVA con raffreddamento in olio - rapporto di trasformazione 38 500/10 500 V ed un trasformatore da 1 kVA 10 000/150 V, raffreddamento in aria per i servizi ausiliari.

Cabina primaria di Siracusa.

Questa Cabina serve per l'alimentazione delle zone di Siracura e Floridia.

In essa sono installati tre trasformatori della potenza di 500 kVA ciascuno - raffreddamento in olio - rapporto 39 000/5250 V, 50 periodi ed 1 trasformatore da 30 kVA 5250/275/160 V per i servizi ausiliari.

E' protetta da scaricatori I. U. M.

Cabina convertitrice di Capo Mulini.

Alimenta i Tramways intercomunali di Catania-Acireale. In essa sono installati:

n° 2 trasformatori da 250 kVA con rapporto di trasformazione 10 000/400 V.

n° 2 commutatrici da 250 kVA ciascuna, 750 giri generanti corrente continua alla tensione di 500/600 V, 500-417 A. ciascuno.

n° 1 gruppo Pirani survoltore-devoltore per la carica e scarica della batteria di accumulatori in maniera da mantenere la costanza di regime delle convertitrici. Il gruppo è composto di un motore a corrente alternata e di una dinamo a due collettori con la rispettiva eccitatrice, il tutto calettato sul medesimo albero.

Una batteria di accumulatori di 290 elementi, tipo a repulsione della capacità di 370 Ah. con scarica di 370 A. per un'ora.

n° 2 trasformatori da 125 kVA tipo in olio per i servizi ausiliari di illuminazione e forza motrice e per distribuzione nella zona adiacente - rapporto di trasformazione 10 000/275/160 V.

Cabine secondarie.

Esse sono alla tensione primaria di 10 500 o 5250 V a seconda delle zone in cui si trovano. Grande sviluppo hanno attualmente preso le cabine aeree per la distribuzione, specialmente a scopo irriguo, nelle fertili campagne delle tre zone.

★

LINEE DI TRASPORTO E RETI DI DISTRIBUZIONE

Linee di trasporto a 40 000 V

Cassibile-Siracusa	km	17,500
Siracusa-Catania	»	63,070
Catania-Alcantara II°	»	46,797
Alcantara II°-Alcantara I°	»	4,300
Alcantara II°-Messina	»	51,892
Alcantara I°-Archi	»	46,700
Messina-Archi	»	27,200
Totale	km	257,459

Linee di trasporto e distribuzione a 10 000 o 5000 V

Zona Catania	km	144,676
» Messina	»	63,384
» Siracusa	»	74,788
Totale	km	282,848

Reti di distribuzione a Bassa Tensione

Zona Catania	km	263,454
» Messina	»	160,000
» Siracusa	»	102,525
Totale	km	525,979

★

IMPIANTO IDROELETTRICO DELL'ALTO BELICE

Il concetto generale dell'impianto contempla lo sfruttamento di un complesso di condizioni favorevoli nella zona immediatamente a mezzogiorno di Palermo e precisamente:

1). Bacino imbrifero ad altezze varianti fra i 600 e i 1200 m s. l. d. m., situato allo spartiacque fra il versante tirreno e mediterraneo, e per ciò condensatore naturale. Superficie del bacino 42 km².

2). Abbondanti precipitazioni (media annuale 1000 mm).

3) Possibilità di ottenere un serbatoio in terreni impermeabili a quota 600 e mediante canale condurre l'acqua alle porte di Palermo con un salto di 500 metri lasciando ancora la possibilità di irrigare tutta la parte di Conca d'Oro sotto quota 100.

La Società Generale Elettrica della Sicilia iniziò nel 1919 i lavori per l'impianto il cui studio di dettaglio fu fatto dall'Ing. Omodeo e le cui caratteristiche principali sono le seguenti:

SERBATOIO: Capace circa di 20 milioni di metri cubi con massimo invaso a quota 598 in modo da utilizzare circa 17 milioni dei 20

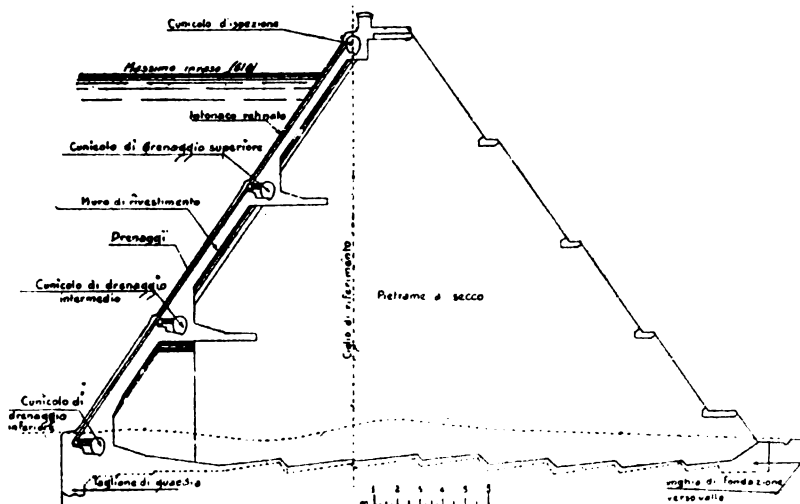



Fig. 8. — Sezione diga Alto Belice.

invasati, ottenuto mediante *Diga* costituita da un massiccio di pietrame a secco assestato a mano, lunga 300 metri, alta 38 metri, larga: alla base 63 ed in cima 5, fondata su argille compatte protette da pavimento in calcestruzzo.

Il paramento a monte consta di un taglione di guardia penetrante per 4 a 8 metri nelle argille durissime ed impermeabili, gettate in calcestruzzo iniettato con cemento liquido a pressione doppia di quella statica dell'acqua del bacino a cui sovrasta il paramento impermeabile drenante costituito: da un primo strato impermeabile in « cement gun » applicato sul muro di rivestimento della massa in pietrame. Da una successiva zona in calcestruzzo armato includente tubi verticali di drenaggio facenti capo a cunicoli orizzontali di drenaggio o di accesso a varie altezze che rendono possibile l'innocuo deflusso di eventuali acque filtranti e l'ispezione costante dell'interno della struttura.

Da una superficie esterna a tenuta, costituita da intonaco retinato eseguita pure in « cement gun ».

Tale paramento è suddiviso in lastroni aderenti al muro di rivestimento di circa 12 metri congiunti l'uno all'altro da speciali giunti di dilatazione.

La cubatura complessiva della Diga è di 150 000 metri cubi.

Una galleria laterale di scarico, chiusa da valvola a farfalla, che si manovra scendendo per un pozzo comunicante colla casa di guardia, permette di vuotare il lago, mentre una paratoja automatica regola il costante livello del lago lasciando smaltire piene fino a 500 mc/sec.

CANALE: lungo km 13, di cui 6 km in galleria e 7 allo scoperto è costituito per 2 m² di portata.

CAMERA DI CARICO: ottenuta sbarrando una depressione naturale, capace di 50 000 m³ d'invaso.

GALLERIA FORZATA: lunga 800 metri fino al pozzo piezometrico alto 32 metri, è rivestita di intonaco in « cement-gun » e parte anche rinforzata da anelli in cemento armato.

CONDOTTA FORZATA: lunga circa 900 metri in tubi di acciaio saldati costruiti dalla « Ferrum » di Kattowitz, del diametro da 1,20 a 0,85 e dello spessore da 7 a 30 mm.

CENTRALE: Sala macchine per 4 gruppi di alternatori da 3500 kVA forniti dalla General Electric Company, 50 periodi, 10 800 volt, 750 giri al minuto con dinamo eccitatrice coassiale 125 volt, azionati da turbine Pelton ad asse orizzontale fornite dalla Ditta Riva. Potenza 2600 kW, portata 750 litri al secondo.

RESTITUZIONE: L'acqua viene restituita a quota 107 per essere utilizzata a scopo irriguo o per defluire all'Oreto mediante canale lungo circa 2 km.

★

LINEA: Dalla Centrale partirà una linea alla stessa tensione di macchina di 10 000 V su doppia palificazione in ferro lunga circa 4 km che allaccierà i nuovi impianti di distribuzione della Società Elettrotecnica Palermitana.

★

I lavori vennero decisi al principio del 1919 e dopo un periodo preparatorio che durò oltre un anno (acquisti, costruzioni di impianti, assaggi alla Diga e camera di carico, attacchi su tutta la linea). Vennero superate le difficoltà degli approvvigionamenti in un momento, che ben si può chiamare la punta del caroprezzo del dopo-guerra, ed i lavori condotti al punto di non lasciar dubbio su una prossima ultimazione.

★

L'energia prodotta col nuovo impianto idroelettrico sul Belice dalla S. G. E. S. sarà ceduta alle due Società di rivendita: Società Sicula Imprese Elettriche e Società Elettrotecnica Palermitana, esercenti in atto gli impianti di distribuzione in Palermo e Provincia.

La Società Sicula Imprese Elettriche ha attualmente in esercizio una centrale termica a vapore con istallazioni per una potenza complessiva di 5000 kW circa per produzione di energia a corrente continua e a corrente alternata trifase. L'energia prodotta a corrente continua a tensione di 2×150 V viene mandata direttamente alla rete di città per distribuzione ai privati a mezzo di alimentatori sotterranei o alla tensione di 600 V alla rete di trazione urbana.

L'energia a corrente alternata trifase prodotta da un turbo alternatore della potenza di 2000 kW alla tensione di 5000 V viene utilizzata:

a) Per la fornitura alla Società Elettrotecnica Palermitana.

b) Per la distribuzione alle borgate dei dintorni di Palermo dove vien trasportata su linee monofasi a 5000 V dopo la trasformazione a mezzo di uno Scott.

c) Per la alimentazione della rete di distribuzione in Città e della rete tramviaria previa trasformazione a mezzo di convertitori rotanti.

La Società Elettrotecnica Palermitana produce direttamente una piccola parte del suo fabbisogno di energia a tensione di 5000 V trifase a mezzo di due piccole Centrali idroelettriche (Ficarazzi 250 kW e S. Ciro 60 kW) utilizzanti l'una un sifone e l'altra il dislivello tra due serbatoi (alto e basso) dell'Acquedetto di Scillato per la distribuzione d'acqua potabile in Palermo. Integra il suo fabbisogno acquistando energia a tensione di 5000 V trifase dalla S. S. I. E.

Essa trasforma in c. c. 2×150 V la parte che distribuisce agli utenti di Città ed eleva alla tensione di 20 000 V quella necessaria per il trasporto in Provincia dove, dopo la riduzione alla tensione di utilizzazione, la distribuisce agli utenti in quindici Comuni della Provincia di Palermo e Trapani.

Con l'attivazione del nuovo impianto idroelettrico della S. G. E. S. sul Belice, la Centrale termica della Sicula cesserà il suo funzionamento continuo restando di riserva per eventuali integrazioni. Per la distribuzione ai privati in Città e l'alimentazione della rete per la trazione elettrica urbana, si servirà degli stessi trasformatori rotanti attuali per la cui alimentazione la tensione della nuova energia idroelettrica sarà ridotta da 10 000 a 5000 V.

La S. E. P. estenderà i suoi impianti di distribuzione in Città sostituendo alla corrente continua la corrente alternata trifase a tensione di 260/150 V.

Il progetto prevede l'impianto in città di circa 50 cabine di trasformazione della potenza di 120 kW alimentate a tensione di 10 000 V da una rete sotterranea e circa 80 cabine nelle Borgate dei dintorni di Palermo.

Fig. 9. — Profilo longitudinale schematico dell'impianto idroelettrico Alto Belice.

SUNTI E SOMMARI

TRASMISSIONE E DISTRIBUZIONE.

A. RAUDOT — **La trasmissione idromeccanica.** (Revue Générale de l'Electr. 1921, N. 5, 6, 8, 9, 10).

Come è noto, esistono sinora pochissimi esempi di trasmissione idromeccanica, ed in essi, a prescindere dal sistema Föttinger, la potenza trasmessa non oltrepassa i 70 kW. Tale sistema di trasmissione comprende essenzialmente una pompa generatrice, la cui portata è assorbita da un motore rotativo. Se la pompa è azionata da un motore a velocità costante, la potenza trasmessa all'albero del motore secondario, idraulico, è proporzionale: 1) alla portata della generatrice; 2) alla pressione.

L'A. presenta un nuovo sistema di trasmissione idromeccanica, completo e studiato in tutti i dettagli. Ben'inteso, esso non è un sistema di trasmissione d'energia a distanza, e non si presenta come un concorrente della trasmissione elettrica, bensì come un necessario complemento di essa, in tutti i casi in cui occorra una grande variazione nella velocità, specialmente per macchine invertibili molto lente. Con esso si può ottenere grande coppia e piccola velocità, o viceversa, con variazioni continue e progressive, ottenendo rendimento praticamente costante, superiore in ogni modo a tutti i sistemi di trasmissione in uso. Il fluido usato per la trasmissione è l'olio.

Principi della trasmissione Raudot. - Variazione della portata delle pompe. — In una pompa generatrice, mossa da motore primario, a velocità costante, si può far variare a volontà la portata, in entrambi i sensi, tra zero e la portata massima, mantenendo nel circuito esterno una vena di fluido continua, caricando o scaricando il motore primario, proporzionalmente alla portata stessa. Ciò si ottiene mettendo, ad ogni giro della pompa, in « corto circuito » la condotta aspirante colla premente, per un tempo variabile, pari ad una frazione di giro della pompa stessa, mediante un « apparecchio di variazione » V, vedi fig. 1, rotativo, per esempio a lamelle ad intervallo regolabile, mosso dal

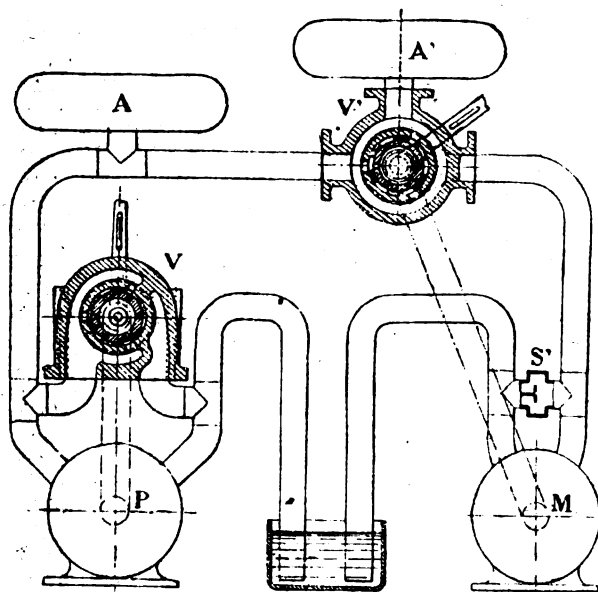



Fig. 1.

medesimo motore primario che comanda la pompa. Quando l'apparecchio è completamente chiuso, la portata della pompa è la portata massima, di regime; aprendo gradualmente l'apparecchio, si ottengono tutte le portate minori, sino a zero, poichè una parte sempre maggiore di fluido passa direttamente dalla tubazione di compressione a quella di aspirazione. La vena liquida nella tubazione esterna si mantiene continua, derivando su di essa una cassa d'aria, funzionante da accumulatore-regolatore.

Variazione della velocità nei motori rotativi. — E' evidente che si ha una variazione di velocità nei motori, da zero ad un massimo segnato dal rapporto dei volumi della pompa e del motore, in seguito alla variazione della portata delle pompe; ma inoltre, quando la pompa dà la massima portata, è possibile aumentare ulteriormente il numero dei giri, sino ad un massimo teoricamente infinito. Ciò si ottiene inserendo sul premente della pompa, un « apparecchio di variazione » rotativo, analogo al precedente: esso, durante una frazione di giro variabile a piacere, chiude la comunicazione tra la pompa ed il motore secondario. Negli intervalli di chiusura, il fluido inviato della pompa, a portata costante, si accumula nella cassa d'aria A'; nei periodi di apertura è invece libero di procedere verso il motore, ma alla quantità inviata dalla pompa, si aggiunge quella accumulata in A'. Se gli intervalli di chiusura sono nulli, si ha la velocità corrispondente al rapporto volumetrico della generatrice e del motore; ma se, chiamando T' il tempo in cui l'apparecchio compie un giro, e t' la durata dell'apertura, si ha $t' = \frac{T'}{n}$ la massa totale del fluido non può essere assorbita dal motore, se non gira n volte più veloce; non si deve però permettere che nella tubazione tra apparecchio e motore si verifichino depressioni, negli intervalli di chiusura, e a ciò si rimedia con una valvola di ritegno in derivazione tra le due condotte che fan capo al motore. Si comprende come combinando i due apparecchi, si possano ottenere, per il motore secondario, tutte le velocità da zero ad un limite massimo teoricamente infinito, potendosi anche ottenere l'inversione di marcia con un semplice rubinetto di inversione.

Nella realizzazione pratica di quanto sopra, funziona da « apparecchio di variazione » il distributore stesso della pompa, rappresentato dalla figura 2, in cui per semplicità supponiamo una pompa mo-

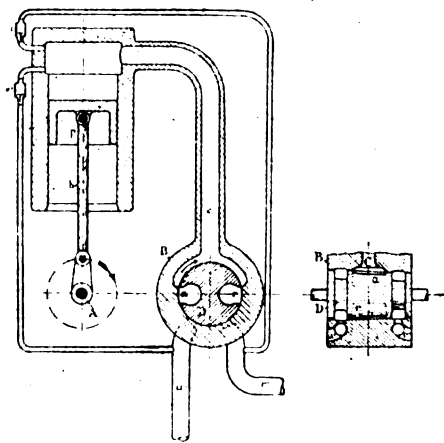



Fig. 2.

nocilindrica a semplice effetto. Il distributore ruoti nel medesimo senso della pompa ed a pari velocità, in questo caso.

Il corpo della pompa è congiunto dal canale C al distributore D, che ruota nella sua scatola B; in esso si hanno le due camere a ed r, diametralmente opposte e sempre in comunicazione, a mezzo di due cavità anulari, l'una colla condotta aspirante a', l'altra colla premente r'. Il canale C si apre sulla scatola B e termina esattamente alle estremità superiori delle camere a ed r. Indipendentemente dal suo moto di rotazione di conserva con quello della pompa, il distributore può essere spostato in avanti od all'indietro, rispetto ad una posizione iniziale della manovella della pompa, con che si può ottenere concordanza od opposizione di fase dell'apertura delle camere a ed r, colle fasi di aspirazione e compressione, ed avere più o meno anticipo o ritardo sulle posizioni estreme dello stantuffo. Se il distributore è nella posizione segnata dalla figura 2, l'inizio d'apertura di a, sempre in comunicazione colla condotta aspirante, coincide coll'inizio dell'aspirazione, e la pompa dà la sua massima portata; questa però diminuisce gradatamente se spostiamo in avanti il distributore, rispetto alla posizione dello stan-

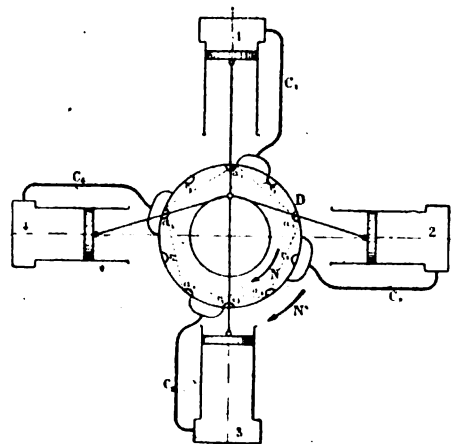



Fig. 3.

tuffo, sino ad annullarsi per uno spostamento di 90°, perchè parte sempre maggiore d'aspirazione viene eseguita sulla condotta premente. Aumentando lo spostamento, la pompa viene a fare lavoro inverso, poichè la durata d'aspirazione in r diviene maggiore di quella eseguita in a. Per evitare soprapressioni nel cilindro, e perdite di fluido, durante l'istante in cui il cilindro rimane isolato, quando le camere a ed r comin-

ciano ad aprirsi od a chiudersi, sono previste le due comunicazioni munite delle valvole di sicurezza S ed S'.

La pompa descritta vien costruita a più cilindri, secondo lo schema della fig. 3, che rappresenta una pompa a 4 cilindri, a stella, con bielle montate sulla medesima manovella. Ciascun cilindro ha nel distributore le proprie camere a ed r. Se N è il numero di giri al minuto della pompa e $2n$ il numero dei cilindri, il distributore dovrà avere un numero totale di camere $4n+2$ e girare a $N_1 = \frac{N}{2n+1}$ giri al minuto.

Sono state costruite pompe di questo sistema, della potenza di 50 HP, 600 giri, lavoranti a 30 kg/cm²; constano di 12 cilindri 60×36 su due stelle in due piani diversi, spostate di 30°, con manovelle a 180°. In esse la variazione di portata è continua e graduale; siccome però nella maggior parte delle applicazioni questa rigorosa gradualità non occorre, si può addirittura sopprimere il distributore, ed ottenere la variazione di portata, escludendo dal servizio uno o più cilindri mediante un disco a camme azionanti successivamente sulle valvole d'aspirazione dei cilindri. Questo tipo di pompa è rappresentato dalla figura 4, la manovella visibile a destra serve appunto per la manovra del disco a camme.

Fig. 4.

Motore idraulico. — La figura 5 rappresenta in sezione trasversale un motore da 50 HP, 80 giri, pressione 30 kg/cm², del tipo rotativo a palette. La parte fissa contiene 2 camere anulari A di ammissione, R di scappamento (questa non visibile in figura perchè dietro l'altra). Entrambe comunicano colla parte rotante a mezzo di canaletti rispettivamente a ed r. La parte rotante è composta da un tamburo, portante longitudinalmente delle scanalature, in cui scorrono radialmente delle palette, spinte all'infuori da molle. La parte fissa porta 3 « poli » costituiti da palette analoghe c, pure spinte fuori da molle, che premono sui « pezzi polari » m.

Fig. 5.

Il fluido arriva dalla camera di ammissione A, entra nei canali a, attraversa i « pezzi polari » forati, ed agisce sulle palette p_1; la pressione nelle camere b è nulla, quindi il rotore si mette a girare nel senso della freccia; intanto le palette p, spinte delle loro molle, seguono il profilo dei pezzi polari, e quando cominciano ad uscire delle loro scanalature, avanzano senza resistenza, avendo su entrambe le facce la medesima pressione. Nello stesso tempo le palette p_2 espellono attraverso i canaletti r il fluido delle camere d, e le palette p_1 spingono avanti a sè quello delle camere b.

Fig. 6.

La tenuta tra le camere è assicurata da una speciale disposizione, dimostratasi efficacissima alle prove, in entrambi i sensi di rotazione. Questi motori sono di dimensioni limitatissime, come appare dalla figura, non richiedono sorveglianza, e, lavorando nell'olio, hanno lubrificazione perfetta; le cause di perdita sono minime, ed il rendimento complessivo di trasmissione è del 91%. La figura 6 mostra la fotografia del motore descritto, che pesa solo 590 kg.

Vantaggi ed applicazioni. — La trasmissione idraulica permette:

1) Variazione in modo continuo della velocità e della coppia del motore secondario.

2) invertibilità, anche sotto carico, colla semplice inversione della corrente del fluido.

3) elevato rendimento anche a carichi ridottissimi.

4) manutenzione, peso ed ingombro minimi.

5) massima semplicità, robustezza ed applicabilità a qualunque potenza.

Essa permette di risolvere in modo nuovo il problema della trazione, tanto elettrica che termica, a locomotori autonomi; ancor più importanti ne saranno le applicazioni alle navi, notevoli quelle ai laminatoi, alle macchine d'estrazione, ecc.

Nella trazione elettrica, l'ingombro ed il peso ridottissimo dei motori idraulici ne permettono sempre l'applicazione direttamente sugli assi; l'equipaggiamento di un locomotore comprenderà allora tanti motori idraulici quanti assi motori occorrono; una o più pompe generatrici in parallelo, azionate da motori elettrici a velocità costante ed indipendente da quella della locomotiva. Si potranno adottare velocità elevatissime, per ridurre al minimo il peso dei motori stessi.

Il principale vantaggio dell'applicazione alla trazione elettrica consiste nel poter dare a questa tutti i vantaggi della trazione a vapore. Considerando le curve caratteristiche di un motore elettrico a c. c. in serie, a tensione costante, generalmente adottato per la trazione si nota che a ciascun valore dello sforzo (della corrente) corrisponde un solo valore della potenza, quindi della velocità di regime; tutt'al più si può modificarla variando la tensione, variando l'accoppiamento dei motori od inserendo resistenze; nella trazione a vapore si ha la possibilità di avere il massimo di potenza col massimo di velocità. Col locomotore elettro-idraulico si può invece, per un determinato sforzo di trazione, ottenere un regime di potenze qualunque, facendo variare la portata della pompa, secondo la velocità che si vuole ottenere. Si può paragonarlo ad un locomotore elettrico ordinario, avente un infinito rapporto di ingranaggi, modificabile automaticamente sotto carico, secondo la velocità desiderata. La trazione elettro-idraulica viene quindi ad assumere una elasticità che non ha la trazione puramente elettrica; si noti per esempio la possibilità di ricuperare i ritardi.

L'ing. Raudot ha studiato anche l'applicazione del principio alle locomotive termiche, analogamente a quanto è stato tentato con le locomotive termoelettriche, in modo da poter usare motori a combustione interna, Diesel o semi Diesel, ad olio pesante o petrolio; il motore termico può funzionare sempre nelle migliori condizioni, cioè a velocità e potenza costante, variando la velocità del treno a seconda del carico rimorchiato o delle pendenze. Sulla locomotiva a vapore si avrebbe anche il vantaggio della messa in marcia immediata e del nessun consumo nelle fermate.

Notevolissimi potranno essere i pregi dell'applicazione alla navigazione, in cui il problema da risolvere consiste nella riduzione delle elevate velocità dei motori a vapore od a combustione interna, alle velocità ridotte richieste dalle eliche o ruote (80 — 120 giri); si deve inoltre poter ridurre ancora queste velocità, durante le manovre l'ingresso nei porti, e di invertire rapidamente la marcie delle eliche. Ciò può essere risolto dalla trasmissione idraulica; il motore primario comanderebbe la pompa generatrice a velocità fortissime e potrebbe essere disposto comunque; i motori secondari comanderebbero direttamente e separatamente le eliche; si nota che il motore primario non occorre affatto sia invertibile, e che la velocità delle eliche può essere variata in modo conti-

nuo, ridotta anche a valori minimi, ed istantaneamente invertita; le navi potrebbero perciò entrare nei porti coi propri mezzi, senza bisogno di essere rimorchiate.

Interessante è pure l'applicazione ai laminatoi, i cui motori, è noto, lavorano in condizioni difficili; passaggio istantaneo da vuoto a pieno carico, bassa velocità, marcia intermittente e continue inversioni anche sotto carico; il motore idraulico è invece adattissimo per essi, come pure per le macchine d'estrazione, e per tutte le macchine in cui si richiedano forti variazioni di velocità, come trattori agricoli, apparechi di sollevamento, macchine utensili ecc.

E' interessante infine considerare i risultati delle prove, eseguite con una pompa generatrice a portata variabile, a 12 cilindri, assorbente 50 HP a 600 giri, ed un motore rotativo di 50 HP a 80 giri, lavorante con 30 kg/cm² di pressione.

Rendimento globale (pombe-tubazione-motore).

a pieno carico (50 HP)	91%
a circa metà carico (26,5 HP) e 43 giri	85%
a carico ridottissimo (4,6 HP) e 10 giri	72%

Questi risultati giustificano i vantaggi enumerati, e fanno ben sperare per l'avvenire della trasmissione idraulica.

(*e. b.*)

:: :: :: CRONACA :: :: ::

ILLUMINAZIONE E FOTOMETRIA.

La recente riunione, a Parigi, della « Commissione Internazionale della Illuminazione ». — I nostri lettori sanno certamente che nel 1900, in occasione della esposizione di Parigi, si costituì una « *Commissione fotometrica internazionale* » avente lo scopo di giungere ad intese internazionali concrete, anche in questo campo della scienza, circa le unità ed i metodi di misura. La Commissione si riunì varie volte negli anni successivi; e della proficuità dei suoi lavori attestano gli accordi presi nel 1907 e nel 1911, con i quali, analogamente a quanto era già accaduto nel campo delle grandezze elettriche e magnetiche, un gran passo fu fatto sulla via della confrontabilità delle ricerche fatte nei varî Paesi. Ma l'importanza rapidamente crescente assunta dalle questioni scientifiche e tecniche attinenti alla illuminazione, importanza spostatasi nettamente, anzi, dal campo del gas a quello della illuminazione elettrica, ed il sorgere continuo di nuovi problemi convinsero la « Commissione fotometrica internazionale » ad ampliare il primitivo programma ed a trasformarsi in una « *Commissione internazionale della illuminazione* », costituita dall'insieme di « Comitati nazionali », esistenti nei varî Paesi in seno ai quali dovevano essere rappresentate tanto le industrie elettriche che quelle del gas.

La riunione di costituzione della Commissione internazionale ebbe luogo a Berlino nel settembre 1913, con la partecipazione dell'Inghilterra, della Francia, dell'Italia, degli Stati Uniti, della Germania, della Svizzera, del Belgio, dell'Austria e dell'Olanda, ma lo scoppio della guerra, fra le tante cose, arrestò anche questo movimento scientifico.

Poichè, tuttavia, i « Comitati nazionali della illuminazione » avevano continuato a funzionare per conto proprio — quello italiano per merito sopratutto del Presidente Ing. E. Sospisio e del Segretario Generale Ing. G. Semenza —, finita la guerra furono ripresi gli accordi, primo frutto dei quali è stata la recente Riunione di Parigi (4-8 luglio) alla quale erano rappresentate la Francia (Violle, Janet, Fabry, Blondel, Vautier, Blondin, Laporte, ecc.), l'Inghilterra (Edgecumbe, Trotter, Gasber, Paterson, Walsh, ecc.), l'Italia (M. Böhm, U. Bordoni), gli Stati Uniti (Kennelly, Hyde, Mailloux), la Svizzera (Filliol), il Belgio (Delépole) e la Spagna (D'Artigas).

Oltre varie questioni d'ordine interno, che le discussioni di Berlino non avevano definito o avevano risolto in modo incompatibile con la mutata situazione dei varî Paesi, furono presentati e discussi alla Riunione una dozzina di rapporti, preparati dai varî Paesi, sopra gli argomenti più importanti; il Comitato Italiano presentò la parte già pronta (¹) del « *Vocabolario Fotometrico* » (Lombardi, Bordoni, Amerio, Semenza, Böhm), un rapporto *sulla scelta dell'unità fotometrica campione* (Bordoni) ed un altro sulla necessità di completare le attuali definizioni riguardanti le grandezze attinenti alla illuminazione mediante i risultati di *studi sperimentali di carattere internazionale sulle proprietà dell'occhio normale* (Bordoni).

Per necessità di cose, la Riunione, che era in sostanza la prima riunione tecnica della Commissione internazionale, ebbe in parte il carattere di riunione preparatoria; tuttavia, furono prese varie decisioni di notevole importanza, riguardanti sopratutto le principali grandezze tecniche relative alla illuminazione, furono stabiliti accordi concreti per studi da compiere intorno a questioni non ancora chiarite e fu stabilito che il lavoro di carattere collettivo della Riunione sarebbe stato proseguito da speciali Comitati internazionali di studio che avrebbero presentato le loro conclusioni alla Riunione futura (1924).

Di questi Comitati furono nominati:

a) Un Comitato incaricato di studiare le questioni riguardanti le grandezze, le unità e le definizioni fotometriche, presieduto da Blondel e nel quale l'Italia è rappresentata dal Prof. U. Bordoni;

b) Un Comitato per studi sperimentali sulla fotometria eterocromatica, formato da rappresentanti dei Paesi aventi un Laboratorio Nazionale per ricerche fisiche (Inghilterra, Stati Uniti, Francia);

c) Un Comitato per lo studio delle questioni attinenti alla illuminazione delle Scuole e delle Officine, presieduto da Marks e nel quale l'Italia è rappresentata dal Prof. U. Bordoni;

d) Un Comitato per la standardizzazione delle norme legislative riguardanti i fari d'automobili, che sarà formato dai rappresentanti che i singoli Comitati Nazionali designeranno.

Abbiamo tolto questi cenni di cronaca da una ampia relazione che i delegati italiani, Ing. Böhm e Prof. Bordoni, hanno preparato per il Comitato Nazionale, allo scopo di illustrare i risultati, certamente assai importanti, conseguiti dalla riunione e la influenza non trascurabile che le proposte e le idee italiane hanno esercitato, sopratutto, (come è stato esplicitamente e pubblicamente riconosciuto da eminenti delegati stranieri) per il loro carattere scientifico e la giustezza di vedute dalle quali erano ispirati.

I nostri rappresentanti (e specialmente l'Ing. Böhm) hanno tentato altresì di eliminare la disparità di trattamento (purtroppo generale nelle riunioni internazionali) di cui gode (anzi, *non* gode!!!) la lingua italiana in confronto della francese e della inglese; ma non hanno potuto ottenere (essendo mancati accordi anteriori) altro che la riapertura della questione (che già era stata chiusa a Berlino, nel 1913), la quale sarà ufficialmente discussa nella riunione prossima.

Aggiungiamo, infine, che a Presidente della « Commissione internazionale della illuminazione » per il triennio 1921-24 è stato eletto il Dr. P. E. Hyde (Stati Uniti); fra i Vice-Presidenti ve ne è uno italiano, l'Ing. G. Semenza.

TELEGRAFIA E TELEFONIA.

Primato telefonico. — La città di Chicago dispone di un numero di telefoni superiore all'insieme di quelli esistenti in Asia, Africa e Sud-America. La Società Illinois Bell Telephone, cui appartiene l'impianto e che lo gestisce, ha 586 633 apparecchi nella città, cioè uno ogni cinque persone, con un numero medio giornaliero di chiamate di 2 730 000, mentre che a Londra c'è un telefono ogni 23 persone, e a Parigi, che ha tanti abitanti quanti ne ha Chicago, c'è un apparecchio ogni 24 persone.

e. m. a.

Associazione Elettrotecnica Italiana

Eretta in Ente morale il 3 Febbraio 1910

Notizie delle Sezioni

SEZIONE DI PALERMO

Adunanza del 22 *Settembre* 1921

ORDINE DEL GIORNO DI CONVOCAZIONE

1) Comunicazioni varie;

2) Nomina di un Comitato d'onore e di un Comitato Esecutivo pel ricevimento dei Congressisti.

SUCCINTA RELAZIONE DELL'ADUNANZA - VOTAZIONI

Sono presenti i Soci: Ing. Trossarelli, Ing. Acanfora, Prof. Dina, On. Drago, Barone Tomasini, Prof. Mastricchi, Ing. Lo Presti, Sig. Dolce, Ing. Senn, Ing. Vaccaro, Ing. Bernasconi, Sig. Marino, Ing. Engel, Ing. Santangelo, Ing. Casella. Sig. Saso, Sig. Trevisan, Sig. Marullo, Sig. Carradori.

Presiede il Presidente Ing. Trossarelli che aperta la Seduta da notizie ai soci dell'organizzazione del prossimo Congresso in Sicilia. Espone quindi il desiderio espresso da alcuni soci di costituire un Comitato d'onore ed un Comitato esecutivo pel ricevimento dei Congressisti a Palermo e invita quindi i soci, se nulla hanno in contrario, a procedere alla relativa nomina. Dopo breve discussione si rinunzia alla Costituzione del Comitato d'Onore, sia perchè non si ritiene opportuno dato il carattere scientifico e professionale della riunione annuale, sia per la difficoltà che per evitare la costituzione di un Comitato eccessivamente numeroso non si facciano delle spiacevoli esclusioni di autorità. Si procede invece alla nomina del Comitato esecutivo che risulta così formato:

Ing. Trossarelli, Presidente - Ing. Acanfora, Ing. Lo Presti, Ing. Marino, Ing. Bernasconi, Barone Francesco Tomasini, Prof. Ing. Arena, Prof. Mastricchi, Sig. Marchetti, Ing. Verderame.

(¹) Sono in preparazione altre parti, fra le quali una riguardante gli apparecchi a gas, affidati agli Ingg. Della Casa e Sales.

E' data facoltà al Presidente di aggregare, occorrendo, altri Soci di sua elezione al detto Comitato.

Viene quindi posto da alcuni soci il quesito se le Signore dei Soci possono iscriversi solo a parte del programma del Congresso versando quindi il Socio per esse una quota anche inferiore a quella delle categorie fissate nel programma e commisurate alla parte di programma (pranzo, gite, ecc.) cui parteciperebbero effettivamente le Signore. Pur prevalendo il concetto che le Signore devono essere considerate nell'occasione del Congresso come Soci e quindi con gli stessi diritti e doveri di essi, si propone di presentare il quesito alla Sede Centrale.

Il Presidente comunica quindi l'adesione dei nuovi soci: Ing. Giuseppe Panvini, Sig. Minneci, Sig. Corrales, Ing. Vaccaro, Ing. Pilato, Ing. Verderame, Ing. Mandruzzato, Sig. D'Anastasio, Ing. Pompucci, Ing. Cav. Amoretti, Ing. Prof. Benfratello, Ing. Miroddi, Ing. Rodanò, Ing. Simoncini, Società di Navigazione Roma (Cantiere Navale di Mondello), Ditta Bazan & Ing. Ferruzza.

Rileva quindi con compiacimento il notevole incremento dei Soci e da notizie di pratiche in corso per dare una Sede propria alla Sezione prendendo all'uopo opportuni accordi con altre associazioni professionali.

XXVI Riunione dell'A. E. I.

Sicilia, 16-23 Ottobre 1921

Programma definitivo.

CONSIGLIO GENERALE E COMMISSIONI

(*Palermo - presso la R. Scuola d'Applicazione per gli Ingegneri - Istituto di Elettrotecnica, via Maqueda* 175).

SABATO 15 OTTOBRE

Ore 14: Commissione pel lavoro delle Sezioni.
Ore 15,30: Consiglio Generale.
Ore 17,30: Comitato Elettrotecnico Italiano.
Ore 17,30: Commissione per le applicazioni elettriche all'agricoltura.

RIUNIONE

SABATO 15 OTTOBRE

Ore 20: Partenza da Napoli per Palermo in piroscafo.

DOMENICA 16 OTTOBRE

Ore 9: Arrivo a Palermo. (Vettura dal Porto all'Albergo*).
Ore 10,30: Visita a Monreale in tramvia e funicolare offerta gentilmente dalla Società Sicula per Imprese Elettriche (partenza da Piazza Bologni).
Ore 12,30: Colazione a Monreale. *
Ore 16: *Seduta inaugurale* (nella Sala delle Lapidi - Aula Consigliare del Municipio di Palermo).
OMODEO ING. A. *Sui serbatoi della Sicilia e sul piano di elettrificazione dell'Isola.*
DRAGO ING. A. *Impianto Alto Belice.*
Ore 20: Pranzo Sociale dell'A. E. I. (Hôtel des Palmes - Via Stabile). Pernottamento. *

LUNEDÌ 17 OTTOBRE

Ore 7: Visita ai lavori dei nuovi impianti della Società Generale Elettrica della Sicilia con auto offerti dalla stessa. Colazione sui lavori offerta dalla S. G. E. S. (Ritrovo in Piazza Marina e Piazza Politeama).
Ore 18 (circa): Ritorno a Palermo.
Ore 21: *Seduta serale* (presso la R. Scuola d'Applicazione come sopra).
SEMENZA ING. G. *Di alcune particolarità dell'industria elettrica negli Stati Uniti di America.*
Pernottamento. *

MARTEDÌ 18 OTTOBRE

Ore 9: *Seduta della Riunione* (presso la R. Scuola d'Applicazione come sopra).
EMANUELI ING. L. - FERRANDO ING. G. - VISMARA ING. E. *L'attraversamento dello stretto di Messina.*
AUTERI ING. M. *Impianti telefonici a sistema automatico in Italia.*
Ore 13: Visita facoltativa al Cantiere Navale di Mondello della Società di Navigazione Roma, in Tramvia offerta gentilmente dalla Società Tramways di Palermo (Ritrovo e partenza in via Roma).
Ore 14,30: *Seduta plenaria* del Comitato Idrotecnico Italiano.
Seduta della Commissione per le sovratensioni.
Ore 15: *Seduta della Riunione* (idem).
Ore 15,30: ACANFORA ING. A. *Applicazioni elettriche nelle miniere di zolfo.*
CIVITA ING. D. *Le imprese elettriche nella loro attività creatrice di nuove energie.*
LOMBARDI PROF. LUIGI. *Sovratensioni elettriche e sistemi di protezione. - Parte VI.*
Ore 20,30: Pranzo offerto dalla S. G. E. S.
Pernottamento in Palermo. *

MERCOLEDÌ 19 OTTOBRE

Ore 7: Partenza in treno speciale * per Girgenti e visita ad una miniera di zolfo in Campofranco - Visita ai Templi di Girgenti in vettura. * - Colazione e pranzo in Vettura Ristorante. *
Ore 22: Arrivo a Siracusa. (Vettura per l'Albergo).
Pernottamento a Siracusa. *

GIOVEDÌ 20 OTTOBRE

Ore 8,30: Visita ai Monumenti in vettura. *
Ore 12: Colazione. *
Ore 14: Gita all'Anapo in barca. *
Ore 20: Pranzo offerto dalla Società Siracusana di Elettricità.
Pernottamento a Siracusa. *

VENERDÌ 21 OTTOBRE

Ore 8: Partenza in treno speciale * per Catania.
Ore 10: Arrivo a Catania. Vettura per l'Albergo.*
Ore 15: *Seduta della Riunione.*
MARCHESI ING. G. *Comunicazioni telefoniche fra la Sicilia e il Continente.*
TRICOMI ING. B. *Le irrigazioni localizzate in Sicilia in relazione all'impiego di energia elettrica.*
VISMARA ING. E. *La bonifica della Piana di Catania.*
Assemblea Generale.
Ore 20: Pranzo offerto dalla Società Catanese di Elettricità.
Pernottamento a Catania. *

SABATO 22 OTTOBRE

Ore 7: Gita alle pendici dell'Etna e alle Centrali Idroelettriche dell'Alcantara in ferrovia e auto offerti dalla S. G. E. S. - Colazione offerta dalla S. G. E. S. in Centrale d'Alcantara.
Ore 18: Arrivo a Taormina con gli stessi mezzi.
Ore 20: Pranzo a Taormina.*
Pernottamento a Taormina. *

DOMENICA 23 OTTOBRE

Ore 8: Visita al Teatro Greco (Ritrovo all'Hôtel S. Domenico).
Ore 10: Partenza in auto offerto dalla S. G. E. S. per la Stazione di Giardini (Ritrovo all'Hôtel S. Domenico) - Partenza da Giardini per Messina (ferrovia o auto) - Partenza da Messina per Ganzirri (faro) in tramvia gentilmente offerta dalla Società Anon. Tramways Siciliani di Messina. - Colazione offerta dalla Società Messinese per Imprese Elettriche. - Ritorno in città cogli stessi mezzi.
Ore 18: Pranzo a Messina. *
Ore 20: Partenza da Messina pel continente. - Scioglimento del Congresso.

* Compreso nella quota d'iscrizione.

COMMISSIONI E COMITATI DELL'A. E. I.

COMITATO ELETTROTECNICO ITALIANO.

PRESIDENZA

Ing. Gr. Uff. Guido Semenza, Presidente — *Ing. Ulisse Del Buono, Prof. Comm. Guido Grassi, Prof. Ing. Comm. Luigi Lombardi*, Vice Presidenti — *Prof. Ing. A. Barbagelata*, Segretario.

Membri delegati dagli Enti pubblici e dalle Associazioni.

Allievi Ing. Lorenzo (Presidente dell'A. E. I. E.).
Bardeloni Col. Cesare (Ministero della Guerra).
Bordoni Prof. Ugo (Ministero Lavori Pubblici).
Ceradini Ing. Emilio (Ministero della Marina).
Di Pirro Prof. Giovanni (Ministero delle PP. e TT.)
Errera Ing. Luigi (Ferrovie dello Stato).
Montù Ing. Carlo (Ministero Industria, Commercio e Lavoro).

Delegati dell'A. E. I.

Arcioni Ing. Vittorio, Milano — *Belluzzo Prof. Giuseppe*, Milano — *Campos Ing. Gino*, Milano — *Carcano Ing. F. E.*, Milano — *Catenacci Ing. Gino*, Milano — *Clerici Ing. Carlo*, Milano — *Corbino Prof. Orso Mario*, Roma — *Dina Prof. Alberto*, Palermo — *Ferraris Prof. Lorenzo*, Torino — *Lori Prof. Antonio*, Padova — *Mengarini Prof. Guglielmo*, Roma — *Morelli Prof. Ettore*, Torino — *Norsa Ing. Renzo*, Milano — *Rebora Prof. Gino*, Milano — *Revessi Prof. Giuseppe*, Roma — *Vallauri Ing. Riccardo*, Milano — *Vannotti Ing. Ernesto*, Milano.

COMITATO IDROTECNICO ITALIANO.

Ing. Cav. Uff. U. Del Buono, Presidente — *Ing. G. Ferrando*, Segretario.

Sotto Comitato A - Statistiche tecniche.

Rebora Ing. Gino, Presidente — *Civita Ing. Domenico, Fano Ing. Guido, Ganassini Ing. Gaetano, Ghetti Ing. Ottaviano, Locatelli Ing. Giuseppe, Neri Ing. Giuseppe, Palestrino Ing. Carlo, Prinetti Ing. Ignazio, Sismondo Ing. Oscar.*

Sotto Comitato B - Impianti idroelettrici.

Panzarasa Ing. Alessandro, Presidente — *Covi Ing. Adolfo, Forti Ing. Angelo, Ganassini Ing. Gaetano, Ghetti Ing. Ottaviano, Liguori Ing. Pirro, Salmoiraghi Ing. Darvino, Roncaldier Ing. Aldo.*

Sotto Comitato C
Studi e ricerche sui coefficienti dei canali e delle condotte.

Forti Ing. Angelo, Presidente — *Conti Prof. Luciano, Ganassini Ing. Gaetano, Lori Prof. Ferdinando, Pitter Ing. Antonio, Rebora Prof. Gino, Silvestri Prof. Euclide.*

Sotto Comitato D - Trasporto e distribuzione dell'energia.

Norsa Ing. Renzo, Presidente — *Amati Ing. Giuseppe, Cenzato Ing. Giuseppe, Liguori Ing. Pirro, Palestrino Ing. Carlo, Prinetti Ing. Ignazio, Sismondo Ing. Oscar.*

Sotto Comitato E - Capitolati e norme.

Anastasi Prof. Anastasio, Presidente — *Sirovick Ing. Prof. Giulio, Soccorsi Ing. N., Silvestri Prof. Euclide.*

Sotto Comitato F - Legislazione.

On. Ing. Aldo Netti, Presidente — *Bonghi Ing. Mario, Civita Ing. Domenico, Ganassini Ing. Gaetano, Zunini Prof. Luigi, Pitter Ing. Antonio, Motta Prof. Giacinto.*

Sotto Comitato G - Pubblicazioni e descrizioni impianti.

Barbagelata Prof. Angelo, Presidente — *Ganassini Ing. Gaetano, Mangiagalli Ing. Luigi, Ratti Ing. Natale, Rebora Ing. Gino.*

COMMISSIONE PER LE NORME PER L'ESECUZIONE E L'ESERCIZIO DEGLI IMPIANTI ELETTRICI.

Motta Ing. Prof. Giacinto, Presidente — *Norsa Ing. Renzo*, Segretario.

Membri nominati dal Consiglio:

Ing. Gr. Uff. Guido Semenza, Ing. Prof. Ettore Morelli.

Membri nominati dalle Sezioni:

Ing. G. Silvestri (Sez. Bologna) — *Ing. E. Vismara* (Sez. Catania) — *Ing. E. Vannotti* (Sez. Milano) — *Ing. M. Bonghi* (Sez. Napoli) — *Cav. G. Utili* (Sez. Napoli) — *Prof. A. Dina* (Sez. Palermo) — *Prof. G. Mengarini* (Sez. Roma) — *Ing. U. Del Buono* (Sez. Roma) — *Ing. E. Soleri* (Sez. Torino) — *Ing. O. Trossarelli* (Sez. Palermo) *Ing. G. Carazzolo* (Sez. Veneta).

COMMISSIONE DI RADIOTELEGRAFIA E TELEFONIA.

Lombardi Prof. Luigi, Presidente — *Albanese Cav. Uff. Dr. C, Bardeloni Col. Ing. Cesare, Di Pirro Prof. Giuseppe, Magagnini Comm. Ing. Giacomo, Mazzucca Cav. Tommaso, Pession Cav. Uff. Giuseppe, Poladas Cav. Ing. Giuseppe, Vallauri Prof. Giancarlo, Vanni Prof. Giuseppe.*

COMMISSIONE PER LE APPLICAZIONI ALL'AGRICOLTURA.

Civita Ing. Domenico, Presidente — *Amati Ing. Giuseppe, Brioschi Ing. Franco, D'Ascani, Di Cave Ing. Vito, Maglione Ing. Gustavo, Soleri Prof. Elvio, Tricomi Ing. Bonaventura.*

COMMISSIONE BREVETTI.

Bonghi Ing. Comm. Mario, Presidente — *Castoldi Ing. Marco, Clerici Ing. Uff. Carlo, Laboccetta Ing. Letterio, Lombardi Prof. Comm. Luigi, Civita Ing. Gr. Uff. Domenico.*

COMMISSIONE LABORATORI.

Prof. Ferdinando Lori, Presidente — *Prof. A. Barbagelata, Dr. L. Pasqualini.*

COMMISSIONE SOVRATENSIONI.

Lombardi Prof. Luigi, Presidente — *Amati Ing. Giuseppe, Balsamo Ing. Natale, Broggi Ing. Silvio, Campos Ing. Gino, Capraro Ing. Renato, Cenzato Ing. Giuseppe, Del Buono Ing. Ulisse, Emanueli Ing. Luigi, Gonzales Ing. Tito, Locatelli Ing. Giuseppe, Lutz Hans Gustavo, Melazzo Prof. Giuseppe, Norsa Ing. Renzo, Palestrino Ing. Carlo, Prinetti Ing. Ignazio, Puccioni Ing. Corrado, Rebora Ing. Gino, Semenza Ing. Guido, Senn Ing. Edoardo, Sismondo Ing. Oscar, Soleri Ing. Elvio, Vallauri Ing. Giancarlo, Venturini Ing. Pio.*

COMMISSIONE DERIVAZIONE ACQUE PUBBLICHE.

Semenza Ing. Gr. Uff. Guido, Presidente — *Ing. G. Ganassini*, Segretario — *Ing. Comm. M. Bonghi, Ing. D. Civita, Ing. A. Covi, Ing. T. Chiesa, Ing. U. Del Buono, Ing. A. Forti, Ing. G. Gadda, Prof. G. Motta, Ing. A. Panzarasa, Ing. A. Pitter, Prof. L. Zunini.* — Membri.

COMITATO TELEFONICO PERMANENTE.

Ferraris Prof. Lorenzo, Presidente — *Ing. F. Ajani, Prof. A. Artom, On. Ing. Bignami, Conte U. Cattaneo, Ing. N. Fabris, Ing. P. Ferrerio, Prof. F. Lori, Ing. G. Magagnini, Ing. G. Marchesi, Prof. G. Motta, Ing. G. Semenza, Comm. G Silvestri, Ing. V. Tedeschi, Ass. Nazionale Ingegneri (Ing. U. Del Buono), Unione delle Camere di Commercio (Ing. A. Netti), Confederazione Generale dell'Industria (Ing. R. Falco), Federazione Italiana Commercianti e Industriali (On. C. Candiani), Ferrovie dello Stato (Ing. Ugo Cattaneo, Capo dell'Istituto Sperimentale delle FF. SS.)*

COMITATO NAZIONALE ITALIANO DELLA ILLUMINAZIONE.

Sospisio Comm. Enrico, Presidente — *Semenza Ing. Gr. Uff. Guido*, Segretario — Membri: *Merlo Prof. Alessandro, Böhm Ing. Michelangelo, Bordoni Prof. Ugo, Cesari Ing. Carlo, Clerici Ing. Carlo, Conti Ing. Sen. Ettore, Della Casa Dr. Ugo, Lombardi Prof. Luigi, Pacchioni Ing. Alberto, Sales Dr. Stefano.*

ELENCO DELLE CARICHE SOCIALI DELL'A. E. I.

Presidenza Generale

Presidente Generale . . .	*Del Buono Cav. Ing. Ulisse*
Vice Presidenti Generali .	*Ferraris Prof. Lorenzo* *Rebora Prof. Gino* *Cenzato Ing. Giuseppe*
Segretario Generale . .	*Bianchi Ing. Angelo*
Segretario della Presidenza	*Mortara Ing. Mario*
Cassiere	*Ferrerio Ing. Piero*

Presidenti antecedenti

Galileo Ferraris (dal 27 Dicembre 1896 al 7 Febbraio 1897) — Prof. Giuseppe Colombo (1897-1899) — Prof. Guido Grassi (1900-1902) — Prof. Moisè Ascoli (1903-1905) — Ing. Emanuele Jona (1906-1908) — Ing. Prof. Luigi Lombardi (1909-1911) — Ing. Prof. Ferdinando Lori (1912-1914) — Ing. Guido Semenza (1915-1917) — Prof. Lorenzo Ferraris (1918-1920).

CARICHE DELLE SEZIONI.

Sezione di Bari

Presidente . . .	*Verole Ing. Comm. Pietro*
Vice Presidente .	*Messeni Ing. Comm. Angelo*
Segretario . . .	*Lucifero Ing. Carlo*
Cassiere . . .	*Montedoro Ing. Federico*

CONSIGLIERI

Centonze Ing. Angelo

CONSIGLIERI DELEGATI

Ascoli Ing. Mario

Sezione di Bologna

Presidente . . .	*Righi Ing. Aldo*
Vice Presidente .	*Barattini Ing. Alberto*
Segretario . . .	*Fiorini Ing. Gaetano*
Cassiere . . .	*Candi Ing. Gino*

CONSIGLIERI

Filipetti Ing. Luigi — *Rinaldi Ing. Rinaldo*
Mariani Ing. Enrico — *Sibona Ing. Eugenio*
Masetti Zannini Ing. A. — *Somaini Ing. Giacomo*

CONSIGLIERI DELEGATI

Levi Ing. Giorgio — *Silva Ing. Angelo*
Sartori Ing. Giuseppe

Sezione di Catania

Presidente . . .	*Vismara Ing. Emirico*
Vice Presidente .	*Fusco Ing. Francesco*
Segretario . . .	*De Luca Ing. Ernesto*
Cassiere . . .	*N. N.*

CONSIGLIERI

Bravetti Ing. Ezio — *Privitera Ing. Antonio*
Ghisi Ing. Icilio

CONSIGLIERI DELEGATI

Cuoco Ing. Guido

Sezione di Firenze

Presidente . . . *Garbasso Prof. Antonio*
Vice Presidente . *Segui Dott. Ubaldo*
Segretario . . . *Galluzzi Ing. Gontrano*
Cassiere . . . *Funaioli Ing. Ugo*

CONSIGLIERI

Baldacci Cav. Ettore — *Poggi Ing. Leone*
Banti Ing. Gioacchino — *Venturini Ing. Pio*
Corsini Ing. Ernesto — *Zocchi Ing. Gino*

CONSIGLIERI DELEGATI

Dessy Ing. Flavio — *Picchi Ing. Alberto*
Pasqualini Prof. Luigi

Sezione di Genova

Presidente . . . *Omodei Prof. Comm. Domenico*
Vice Presidente . *Ammirato Ing. Giuseppe*
Segretario . . . *Cantù Ing. Alberto*
Cassiere . . . *Gallo Francesco*

CONSIGLIERI

Bozano Ing. Cristoforo — *Garibaldi Ing. Cesare*
Calabrò Ing. Amedeo — *Locarni Ing. Vittorio*
Dall'Acqua Ing. Gino —

CONSIGLIERI DELEGATI

Acutis Avv. Giuseppe — *Cascone Ing. Domenico*
Ammirato Ing. Giuseppe —

Sezione di Livorno

Presidente . . . *Vallauri Ing. Prof. Giancarlo*
Vice Presidente . *Rosselli Ing. Angiolo*
Segretario . . . *Neri Ing. Giuseppe*
Cassiere . . . *Ascoli Giorgio*

CONSIGLIERI

Cassuto Prof. Leonardo — *Lodolo Ing. Alberto*
Danieli Ing. Ausonio — *Parodi Ing. Cesare*
Duprè Ing. Enrico — *Rabbeno Ing. Giorgio*

CONSIGLIERI DELEGATI

Liguori Ing. Pirro — *Puccianti Prof. Luigi*
Lodolo Ing. Alberto — *Rosselli Ing. Angelo*
Orlando Ing. Mario —

Sezione di Milano

Presidente . . . *Rebora Ing. Gino*
Vice Presidente . *Norsa Ing. Renzo*
Segretario . . . *Volpi Ing. Camillo*
Cassiere . . . *Bianchi Ing. Angelo*

CONSIGLIERI

Canali Ing. Archimede — *Leidi Ing. Carlo E.*
Forti Ing. Angelo — *Motta Prof. Giacinto*
Guastalla Ing. Guido — *Palandri Ing. Fabio*

CONSIGLIERI DELEGATI

Rebora Ing. Gino (Pres.) — *Loria Ing. Cesare*
Ballanti Ing. Umberto — *Manfredi Francesco*
Banfi Ing. Giuseppe — *Massarelli Ing. Francesco*
Barassi Ing. Vittorio — *Omodeo Comm. Angelo*
Barbagelata Prof. Angelo — *Pagani Ing. Giuseppe*
Bovone Ing. Edoardo — *Perego Ing. Arturo*
On. Bignami Ing. Paolo — *Pirelli Alberto*
Conti Ing. Sen. Ettore — *Semenza Ing. Guido*
On. De Andreis Ing. Luigi — *Silvestri Ing. Carlo*
Invernizzi Ing. Emilio — *Rossi Dott. Carlo*
Gadda Ing. Giuseppe — *Tallero Ing. Emilio*

Sezione di Napoli

Presidente . . . *Melazzo di S. Giorgio Ing. G.*
Vice Presidente . *Cangia Ing. Giuseppe D.*
Segretario . . . *Torelli Ing. Ugo*
Cassiere . . . *Saggese Ing. Achille*

CONSIGLIERI

Catalano Ing. Giorgio — *Le Coultre Ing. Elia*
De Porcellinis Ing. Ettore — *Lombardi Ing. Luigi*
Eller Vainicher Ing. L. — *Semo Ing. Luigi*

CONSIGLIERI DELEGATI

Azzi Ing. Alberto — *Maffezzoli Ing. Alfonso*
Bonghi Ing. Mario — *Pession Ing. Giuseppe*
De Angeli Ing. Roberto — *Vanzi Ing. Ivo*

Sezione di Palermo

Presidente . . . *Trossarelli Ing. Ottavio*
Vice Presidente . *Dina Ing. Alberto*
Segretario . . . *Acanfora Ing. Antonio*
Cassiere . . . *Tommasini Bar. Francesco*

CONSIGLIERI

Buttafarri Ing. Gaetano — *Lo Presti Ing. Stefano*
La Rosa Prof. Michele — *Senn Ing. Edoardo*

CONSIGLIERI DELEGATI

Arena Ing. Oreste — *Dina Ing. Alberto*

Sezione di Roma

Presidente . . . *Bordoni Prof. Ugo*
Vice Presidente . *Marchesi Ing. Gaetano*
Segretario . . . *Tomassetti Ing. Mario*
Cassiere . . . *Ferrara Ing. Enrico*

CONSIGLIERI

Di Cave Ing. V. Simone — *Revessi Prof. Giuseppe*
L'Abbate Ing. Domenico — *Scialoja Ing. Gustavo*
Puccioni Ing. Corrado — *Vallecchi Ing. Guido*

CONSIGLIERI DELEGATI

Biagini Ing. Augusto — *Mengarini Sen. Guglielmo*
Cesari Ing. Ettore — *Motti Ing. Francesco*
Civita Ing. Domenico — *Salvadori Ing. Riccardo*
Di Pirro Prof. Giovanni — *Sismondo Ing. Oscar*

Sezione di Torino

Presidente . . . *Soleri Ing. Elvio*
Vice Presidente . *Palestrino Ing. Carlo*
Segretario . . . *Bosone Ing. Luigi*
Cassiere . . . *Pallavicino Rag. Giuseppe*

CONSIGLIERI

Giovara Ing. Carlo — *Nizza Ing. Fernando*
Ferrero Ing. Camillo — *Ricciardelli Ing. Pietro*
Formica Antonio — *Scaramuzza Ing. Gino*

CONSIGLIERI DELEGATI

Chiesa Ing. Terenzio — *Norzi Ing. Ercole*
Imoda Ing. G. E. — *Ponti Ing. Gian Giacomo*
Lignana Ing. Giuseppe — *Tedeschi Ing. Vittorio*
Morelli Ing. Ettore —

Sezione di Trento

Presidente . . . *Capraro Ing. Renato*
Vice Presidente . *Tommazzolli Ing. Francesco*
Segretario . . . *Happacher Ing. Giovanni*
Cassiere . . . *De Rizzoli Ing. Arrigo*

CONSIGLIERI

Lazingher Ing. Arturo — *Pompeati Conte Giovanni*

CONSIGLIERI DELEGATI

Bongiovanni Ing. Andrea

Sezione di Trieste

Presidente . . . *Pedretti Ing. Carlo*
Vice Presidente . *Crepaz Prof. Casimiro*
Segretario . . . *Martinolli Ing. Carlo*
Cassiere . . . *Gregoretti Ing. Francesco*

CONSIGLIERI

Cchovin Ing. Giovanni — *Mauro Ing. Romano*
Defant Ing. Francesco — *Pajer de Monriva Ing. Bern.*
Dvorseg Ing. Mario — *Pittaro Patrizio*
Francesconi Eugenio — *Sornig Ing. Matteo*

Sezione Veneta

Presidente . . . *Pitter Ing. Antonio*
Vice Presidente . *Lori Prof. Ferdinando*
Segretario . . . *Barbisio Ing. Cesare*
Cassiere . . . *Mainardis Ing. Mario*

CONSIGLIERI

Amati Ing. Giuseppe — *Ghetti Ing. Ottaviano*
Dallari Ing. Leo — *Milani Ing. Paolo*
Del Pra Ing. Antonio — *Zecchettini Ing. Antonio*

CONSIGLIERI DELEGATI

Carazzolo Ing. Giuseppe — *Lori Prof. Ferdinando*
Croce Ing. Alessandro —

"L'ELETTROTECNICA"

COMMISSIONE ESECUTIVA: *Ing. Ulisse Del Buono*, Presidente — *Ing. G. Gadda*, Membro eletto dai Soci collettivi sottoscrittori — *Ing. A. Bianchi*, Segretario amministratore — *Prof. Ing. A. Barbagelata*, Redattore Capo.

REDAZIONE: *Prof. Ing. A. Barbagelata*, Redattore Capo — *Proff. Ingg. U. Bordoni, M. Semenza, G. Vallauri*, Redattori.

TEDESCHI GIOVANNI FU GIOVANNI, *gerente responsabile* ARTI GRAFICHE VARESINE - VARESE

VOL. VIII (XXV degli Atti) 15 Ottobre 1921 N. 28

L'ELETTROTECNICA

GIORNALE ED ATTI DELLA

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

REDAZIONE ED AMMINISTRAZIONE: VIA SAN PAOLO, 10 - MILANO - TELEFONO N. 20-86

REDATTORE CAPO: A. BARBAGELATA - REDATTORI: U. BORDONI - M. SEMENZA - G. VALLAURI

È GRADITA LA COLLABORAZIONE DEI LETTORI - GLI ARTICOLI DI INTERESSE GENERALE ACCETTATI DALLA REDAZIONE SONO COMPENSATI

I MANOSCRITTI NON SI RESTITUISCONO

Per il Nuovo Elenco Soci.

Sono frequentissime le lagnanze dei soci per inesattezze o cattivo aggiornamento dell'Elenco Soci. E' in generale gente che si immagina che l'Ufficio Centrale possa per suo conto seguire le vicende personali dei 3500 consoci, annotandole via via sull'elenco! ! La verità è che l'elenco risulta quale i Soci lo consentono colla loro maggiore o minore diligenza. Solo una piccola parte delle cartoline diramate per inchiesta ad ogni nuova edizione dell'elenco, ritorna regolarmente all'ufficio, cosicchè con tutta la miglior volontà, per la maggioranza dei soci non si può far altro che ripetere notizie e indirizzi dell'edizione precedente. Questo diciamo oggi mentre si sta preparando il nuovo elenco, la cui redazione dovrebbe essere completata fra poche settimane, sperando di persuadere buona parte dei colleghi a compiere il piccolo sforzo necessario per mandare all'Ufficio Centrale, esatti e completi, i dati che li riguardano.

La Riunione in Sicilia.

La riunione sta svolgendosi mentre si pubblica questo fascicolo. Di essa diremo ampiamente nel prossimo numero che subirà, perciò, un breve ritardo.

Radiotelefonia.

Lo sviluppo delle radiocomunicazioni continua in Italia, specialmente per opera della R. Marina, in modo assiduo e con successi concreti. I nostri tecnici rifuggono fin troppo da quel tanto di chiasso o, come dicono, di «bluff» che si suole artificialmente provocare intorno ad ogni novità autentica o fittizia, che venga fuori in questo campo. Essi lavorano con metodi e con mezzi strettamente italiani a mantenere il nostro paese in una posizione preminente nei riguardi delle radiocomunicazioni. In particolare per opera del collega, comandante PESSION, che ne riferisce in questo fascicolo, la radiotelefonia è uscita presso di noi dallo stadio sperimentale, dalla fase delle più o meno brillanti e fugaci comunicazioni fatte una volta tanto e con particolari cure ed in particolari condizioni. Essa è entrata invece nello stadio dell'effettivo e corrente servizio giornaliero, fatto con mezzi semplici e con apparecchi maneggevoli e sicuri. E giova rilevare come questa applicazione sia un nuovo successo del generatore ad arco Poulsen, il quale, a malgrado dell'aspra concorrenza dei generatori a tubi elettronici e di quelli elettromeccanici, tiene ancora assai bene il campo in molti e molti rami della tecnica delle alte frequenze.

Accumulatori.

Lo scorso anno furono fatte parecchie esperienze, anche da parte di amministrazioni pubbliche, su un nuovo tipo di accumulatore rame zinco. Di queste esperienze furono pubblicati resoconti e notizie anche su giornali politici, ed intorno ad esse non sono mancate discussioni. Pubblichiamo in questo numero, una nota dellIng. ROSSI che esamina discute i risultati che il nuovo sistema di accumulatori ha dato nelle prove eseguite.

LA REDAZIONE.

I Soci e gli Abbonati che non avessero ricevuto un numero dell'ELETTROTECNICA potranno avere una seconda copia gratuita purchè ne facciano domanda alla Amministrazione del Giornale (Via San Paolo, 10 - Milano) entro un mese dalla data del fascicolo non ricevuto.

ALCUNE ESPERIENZE DI RADIOTELEFONIA

G. PESSION

1. — Come è noto, per effettuare convenientemente una trasmissione radiotelefonica è necessario anzitutto disporre di un generatore, che possa mantenere nell'antenna trasmittente correnti alternate di ampiezza e frequenza costanti, capaci di produrre nello spazio circostante onde elettromagnetiche persistenti di conveniente lunghezza.

Le onde persistenti costituiscono il «supporto» delle emissioni radiotelefoniche e la loro ampiezza o la loro frequenza devono essere modulate dalla voce a mezzo di un adatto dispositivo microfonico. In assenza di modulazioni si hanno nei telefoni ricevitori, attraverso il noto processo di amplificazione e rettificazione, correnti continue che non danno luogo ad alcun suono; sono le variazioni di ampiezza o di frequenza della corrente di supporto che determinano, invece, nei telefoni stessi variazioni di corrente riproducenti la voce od i suoni emessi dinanzi al dispositivo microfonico trasmettente. Le lunghezze d'onda usate in radiotelefonia sono, in generale, comprese da qualche centinaio a qualche migliaio di metri.

I generatori di treni di onde smorzate susseguentesi a frequenza ultracustica sono ormai quasi completamente abbandonati nei riguardi di questa applicazione.

2. — La radiotelefonia si avvale oggi, per la produzione delle onde di «supporto», in larga misura, di generatori a valvole ioniche a tre elettrodi e, indubbiamente, questo tipo di generatore presenta per piccole e medie potenze notevoli vantaggi per la sua semplicità, per la rapidità di maneggio che consente, e per la relativa purezza che si può ottenere con opportune cautele nelle onde emesse.

In impianti di grande potenza sono usati con successo alternatori di alta frequenza in unione a modulatori magnetici [1] o raddoppiatori di frequenza [2].

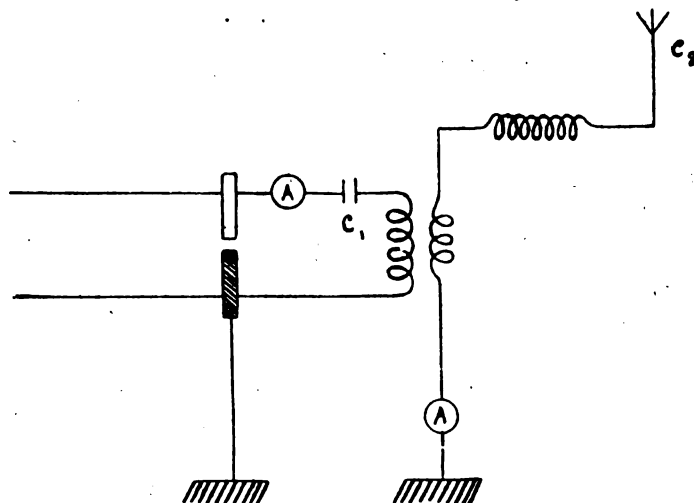



Fig. 1.

Nelle esperienze che qui si descrivono e che si svolsero nei mesi di Maggio e Giugno 1921, fu usato, invece, come generatore l'arco di Poulsen. Scopo di queste esperienze era, appunto, di ottenere rapi-

[1] *Alexanderson* «A magnetic amplifier for radiotelephony» *Proceedings Radio Engineers*, vol. IV, n. 16.

[2] *Fennech* «Discussione della comunicazione Alexanderson» *Proceedings Radio Engineers*, vol. IV, n. 16.

damente e semplicemente un buon adattamento dell'arco Poulsen per radiotelefonia a grande distanza. Molti dei dispositivi impiegati non sono quindi nuovi, ma semplicemente la ripetizione, con opportune varianti, di esperienze già eseguite da altri. Ad ogni modo, dati i risultati ottenuti in rapporto alla semplicità dei mezzi impiegati e date talune particolarità che si sono potute chiarire, si ritiene che, nel complesso, le prove eseguite costituiscano un insieme non privo di interesse.

3. — L'arco di Poulsen viene generalmente impiegato in radiotelegrafia secondo lo schema ad « inserzione diretta sull'aereo », in vista della grande semplicità di questa disposizione e del rendimento relativamente elevato che si ottiene in virtù dell'assenza di circuiti primari od intermedî.

Nel caso della radiotelefonia è, invece, preferibile l'accoppiamento induttivo che permette di ottenere una maggiore purezza delle onde emesse ed, in particolare, di attenuare il molesto « fruscìo » che si lamenta ricevendo a piccola distanza, quando si usa l'inserzione diretta dell'arco. Nel circuito primario è bene che la capacità non abbia valore eccessivo perchè ciò permette di ottenere una maggiore regolarità delle oscillazioni. L'accoppiamento non deve essere troppo stretto.

Ottimi risultati si ebbero con le seguenti costanti:

$$C_1 = 0{,}007\ 10^{-3}\ \mu F$$
$$C_2 = 0{,}002 \div 0{,}008\ 10^{-3}\ \mu F$$
$$\lambda = 2600 \div 3000\ \text{m}$$
$$\lambda_0 = 600 \div 1900\ \text{m}$$

in cui λ è l'onda emessa e λ_0 l'onda naturale dell'aereo.

4. — In un primo tempo fu ricercato quale risultato si possa ottenere con l'uso di semplici microfoni a carbone. Fu adoperato lo schema della fig. 2, indicato per primo da Stone (³), usando quattro

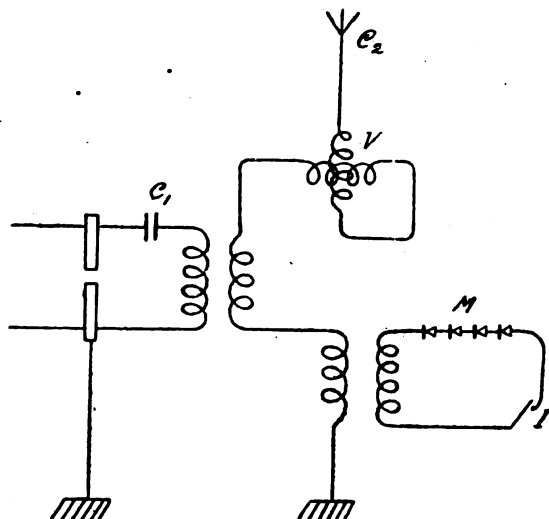



Fig. 2.

microfoni Kellog in serie fra loro, accoppiati induttivamente all'induttanza dell'aereo.

L'accoppiamento ed il numero delle spire fu regolato in modo che chiudendo l'interruttore I la corrente di antenna scendesse a metà circa del valore corrispondente alla posizione di interruttore aperto. Con quattro microfoni il valore della corrente di antenna poteva (ad interruttore I chiuso) essere mantenuto sui 3 A senza dannoso riscaldamento.

Si poteva ottenere, con una opportuna regolazione del variometro V un'ottima modulazione accusata dall'amperometro di antenna e la voce ricevuta in un ordinario ricevitore a valvole ioniche era chiara e perfetta così da non lasciar nulla a desiderare rispetto all'audizione che si ottiene cogli apparecchi trasmettenti a valvola. Con questo semplice dispositivo furono eseguite alcune esperienze tra Roma e l'Yacht « Elettra » dell'On. Senatore Marconi (⁴). L'« Elettra » usava un apparecchio trasmettente a valvole ioniche. Si poterono poi effettuare, senza difficoltà e con l'impiego di ricevitori di media sensibilità (due valvole, una rivelatrice ed una amplificatrice di bassa frequenza su aerei di modeste dimensioni) ottime comunicazioni a circa 400 km.

Condizione necessaria per la buona riuscita dell'esperienza si è anzitutto che i quattro microfoni funzionino acusticamente in fase, e ciò è assicurato dalla lunghezza rigorosamente uguale dei quattro tubi che portano loro le vibrazioni della voce. La fig. 3 mostra la costruzione del microfono multiplo effettivamente usato nelle esperienze eseguite presso la Stazione Radiotelegrafica di Centocelle.

(³) *Eccles* « Wireless Telegraphy and Teledhony », 2ª edizione, pag. 455.
(⁴) *Le Vie del Mare e dell'Aria*, Fascicolo di giugno 1921.

Il metodo di modulazione così impiegato è un metodo di « disintonizzazione », vale a dire la corrente di antenna viene principalmente modulata a causa delle variazioni di sintonia col circuito prima-

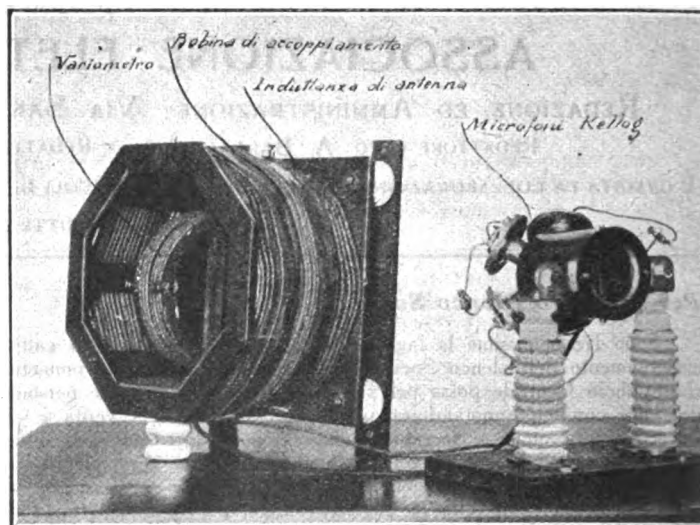



Fig. 3.

rio che si verificano per le variazioni di resistenza del circuito microfonico. Le variazioni di resistenza di questo circuito producono, infatti, variazioni di induttanza dell'antenna e quindi alterazioni della risonanza.

Ciò si verifica agevolmente osservando che chiuso l'interruttore I (fig. 2) la corrente di antenna varia col variare della posizione del variometro V e constatando che, mediante questo, è possibile riportare l'antenna, accrescendone l'induttanza, in risonanza col circuito primario. E' quindi possibile il funzionamento del radiotelefono in condizioni di più o meno grande « dissintonia iniziale » tra il primario e l'antenna.

Si è però constatato che il funzionamento migliore corrisponde ad una dissintonia iniziale tale da non discostarsi troppo dal culmine della curva di risonanza, ad esempio corrispondente al punto segnato con una crocetta nella fig. 4.

In queste condizioni mentre si parla davanti al microfono si ha un sensibile abbassamento del valore efficace della corrente di antenna.

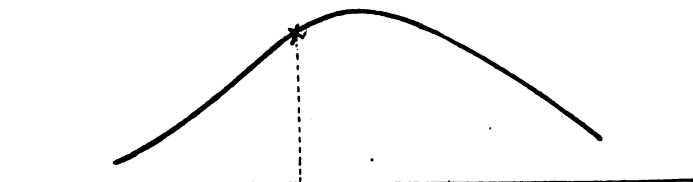



Fig. 4.

E' certo che, moltiplicando i microfoni, si potrebbero ottenere, anche col semplice dispositivo ora descritto, risultati molto superiori a quelli sopra riferiti, ma ulteriori esperienze non furono eseguite essendosi riputato preferibile ricorrere a metodi di modulazione più potenti con l'impiego di valvole ioniche.

5. — Furono esperimentati varî sistemi allo scopo di ottenere una conveniente modulazione della corrente di antenna generata dall'arco. Risulta chiaro che conviene agire sul circuito secondario in modo da produrre simultaneamente variazioni della sua lunghezza d'onda e della sua resistenza operando così efficacemente sul valore della corrente di antenna.

Fu perciò prescelto un metodo di assorbimento che costituisce una semplificazione di quello proposto da Hund (⁵) ed adottato da varie Ditte nei loro apparati radiotelefonici. Gli schemi successivamente sperimentati furono varî e dopo alcuni tentativi ci si fermò su quello rappresentato nella fig. 5.

Questo schema è molto efficace e pratico perchè il trasformatore T permette di regolare a piacimento la tensione applicata alle lampade e quindi di usare tipi di lampade adatte per diverse tensioni. L'effetto di questo dispositivo è principalmente quello di produrre variazioni nella resistenza dell'antenna per causa della derivazione a terra costituita dalle valvole ioniche V_1 la resistenza delle quali varia a seconda della tensione di griglia prodotta dalla corrente microfonica.

(⁵) *Elmer Bucher* « Vacuum Tubes » in *Wireless Communication*, pag. 134.

Per studiarne il funzionamento fu tracciata una curva che potremo chiamare « caratteristica statica di modulazione » e cioè una curva che collega la intensità della corrente di antenna col valore della tensione

Fig. 5.

di griglia delle valvole V_1. Si vede subito (fig. 6) che, come è naturale, man mano che la griglia diventa positiva, la corrente di antenna diminuisce perchè aumenta l'assorbimento e quindi la spesa di energia nel circuito derivato.

Fig. 6.

Date le frequenze relativamente basse della modulazione telefonica si può ritenere che la caratteristica statica dia ancora utili informazioni quando le vibrazioni della voce producono a mezzo del trasformatore T_1 variazioni della tensione di griglia intorno al valore iniziale determinato dalla pila P.

Furono ricercate per tentativi le migliori condizioni di funzionamento e si constatò che il valore iniziale migliore della tensione di griglia è quello corrispondente al ginocchio superiore della caratteristica in modo da avere, quando si parla, un sensibile abbassamento del valore efficace della corrente di antenna. Tale abbassamento si rileva facilmente emettendo una nota musicale costante davanti al microfono. La tensione negativa di griglia può essere regolata sia inserendo una f. e. m. continua di opportuno valore nel circuito di griglia, sia regolando il valore della capacità C_3. Il modo di agire del condensatore C_3 si spiega facilmente osservando che per effetto della unilaterale conducibilità del vuoto della lampada esso si carica ad un potenziale più o meno elevato dipendentemente dal valore della sua capacità e della costante di tempo del circuito derivato ai suoi capi, costituito nel nostro caso dal primario del trasformatore T_1.

6. — Si osserva subito che il funzionamento nel punto segnato della caratteristica deve necessariamente produrre una dissimmetria nelle oscillazioni modulate essendo — nella modulazione — gli incrementi di corrente notevolmente inferiori alle diminuzioni.

Per conferma si eseguirono dei rilievi oscillografici usando un tubo di Ghercke e uno specchio rotante. Il tubo fu derivato tra antenna e terra attraverso una apposita resistenza di elevato valore, ovvero per mezzo di una piccola capacità. Si constatò anzitutto che il tubo, nella inserzione impiegata, dava indicazioni approssimativamente proporzionali alla corrente di antenna. La fig. 7 mostra infatti tre fotografie ([6]) della parte luminosa ricavate con tre valori della corrente di antenna

Fig. 7.

dalle quali si rileva appunto che la proporzionalità è approssimativamente soddisfatta.

Esaminando il tubo con uno specchio rotante si ottiene, ad es., l'oscillogramma riportato in fig. 8 e corrispondente alla emissione

([6]) Le fotografie fuono eseguite dal 2° Capo Torp. *E. Giannoni Leone* addetto alla Radio « San Poolo ».

continua della vocale O davanti al microfono. La fig. 9 mostra invece il bagliore catodico del tubo nelle medesime condizioni della prova precedente dilatato a mezzo dello specchio ma in assenza di suoni davanti al microfono. Si vede benissimo che l'aumento di ampiezza

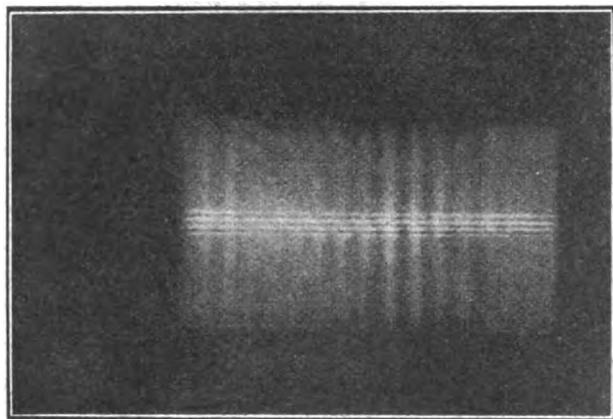



Fig. 8.

delle oscillazioni sotto l'influenza della voce è molto piccolo mentre sensibile e netta è la diminuzione che arriva fino allo spegnimento del tubo.

Le condizioni delle esperienze erano le seguenti:

Corrente di antenna a valvole modulatrici spente	15 A
» » » » » » accese	14 A
» » » durante la emissione continua della lettera O	9 A

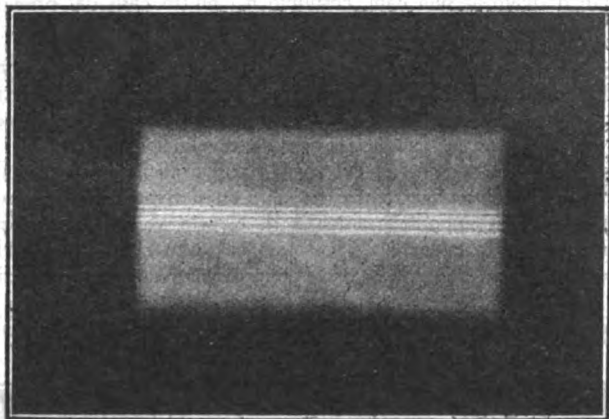



Fig. 9.

L'aumento, nella modulazione, non può quindi superare un ampere su 14, e cioè il 15%, mentre la diminuzione è di gran lunga maggiore.

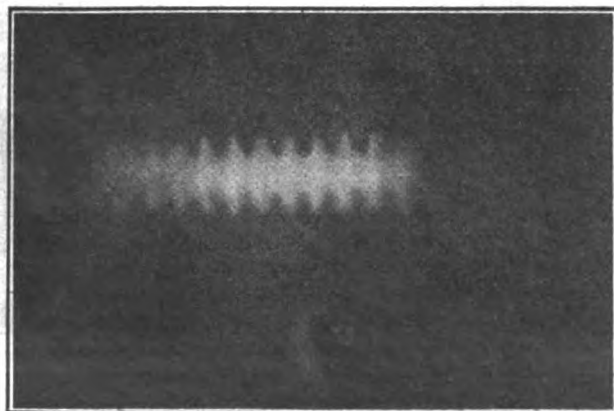



Fig. 10.

Un altro oscillogramma (fig. 10) fu ricavato regolando l'apparecchio in modo da ottenere una modulazione più regolare e cioè provocando una maggior diminuzione iniziale della corrente e cercando di produrre variazioni di corrente più simmetriche che fosse possibile. I risultati furono, come intensità di segnali, inferiori a quelli ottenuti con la modulazione nettamente dissimmetrica, avendo per giunta l'inconveniente di un maggior cimento nelle valvole che assorbono energia anche in assenza di modulazione. Non fu osservato sensibile aumento di chiarezza.

7. — A prima vista potrebbe sembrare che la « modulazione dissimmetrica » e fatta in prossimità del ginocchio della caratteristica costituisca una regolazione sfavorevole, per il fatto che, necessariamente, modificando la forma delle onde di frequenza telefonica, dovrebbesi produrre una considerevole distorsione nella voce. Nella pratica questo effetto non fu notato e la voce è risultata sempre chiara e perfetta in modo da poter riconoscere le persone che parlavano o cantavano davanti al microfono.

In proposito furono anche fatte alcune esperienze su un circuito telefonico con filo, tentando di riprodurre le condizioni che si hanno nella trasmissione radiotelefonica a modulazione dissimmetrica. Fu adottato lo schema della fig. 11. Mediante la pila U era possibile dare alla tensione di griglia valori positivi e negativi e quindi variare il

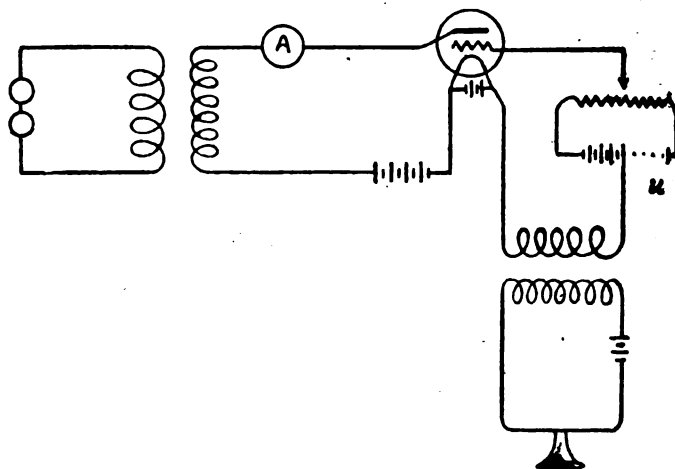



Fig. 11.

punto della caratteristica intorno al quale veniva ad oscillare la corrente di linea in virtù della modulazione. Il milliamperometro a corrente continua A dava indicazioni della corrente stessa e dell'effetto dissimmetrico più o meno sentito.

Si constatò nettamente che la voce rimaneva sempre buona per tutti i punti compresi tra A e B (fig. 12) pur notando un certo miglioramento nel timbro quando si funzionava intorno al punto medio C. In quest'ultima condizione il milliamperometro di linea non accusava

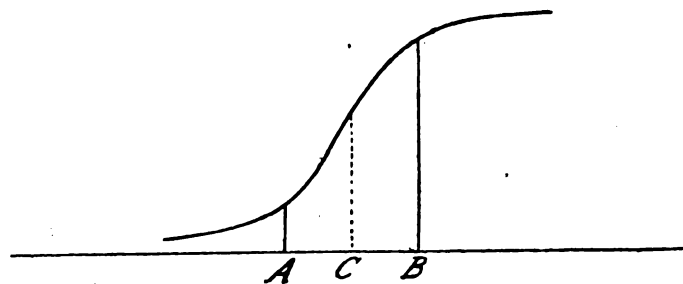



Fig. 12.

sensibili variazioni durante la modulazione mentre che nei punti A e B si aveva rispettivamente un netto aumento ed una netta diminuzione della corrente media in causa della dissimmetria della corrente telefonica di linea. Solo oltrepassando di molto i punti A e B si notava una forte distorsione della voce. In complesso queste prove permisero di confermare che, allo scopo di non cimentare troppo le valvole di assorbimento, è lecito usare nello schema radiotelefonico adottato una modulazione fortemente dissimmetrica senza nuocere praticamente alla chiarezza e bontà della voce.

E' altresì opportuno osservare che, nella ricezione r. t. f. adoperando rivelatori a cristallo o valvole a tre elettrodi non oscillanti, si ha una tendenza nel ricevitore a produrre una nuova dissimmetria nel senso di esaltare gli aumenti di corrente in confronto alle diminuzioni. Funzionando nel punto indicato dalla caratteristica di modulazione si ha, quindi, una certa compensazione tra le due deformazioni prodotte rispettivamente al trasmettitore ed al ricevitore.

8. — I risultati ottenuti applicando alla Stazione R. T. ad arco di Centocelle i criteri su esposti, furono veramente notevoli. Con 14 ampere sull'antenna modulati in modo fortemente dissimmetrico la voce fu intesa chiara e forte fino ad oltre 1800 km di distanza.

I dati relativi all'aereo adoperato sono i seguenti:

lunghezza d'onda naturale	= 1890 m
lunghezza d'onda di emissione	= 2700 m
capacità statica dell'aereo	= $8{,}26\ 10^{-3}\ \mu F$
altezza di radiazione	= 40.3 m
resistenza globale	= 7,3 ω
potenza sull'antenna	= 1,46 kW

I segnali furono ricevuti benissimo fino alla distanza suaccennata con ricevitori a tre valvole di cui una rettificatrice e due amplificatrici di bassa frequenza su un aereo navale. Segnali più forti furono ottenuti usando amplificatori di alta frequenza a 7 valvole tipo 55 *D* Marconi e amplificatori francesi a 8 valvole di cui 5 amplificatrici di alta frequenza, una rettificatrice e due amplificatrici di bassa frequenza. A distanze dell'ordine di 500 km con aerei di Stazioni R. T. terrestri di modeste dimensioni i segnali radiotelefonici furono perfettamente e fortemente sentiti anche con un ordinario ricevitore a cristalli e fu possibile l'innesto della ricezione radiotelefonica su una linea telefonica ordinaria.

9. — Furono fatte, poi, prolungate esperienze per assodare se il sistema di modulazione impiegato producesse tali deformazioni nelle onde di supporto da determinare anormali interferenze o peggio dar luogo ad armoniche di ampiezza eccessiva.

Furono scelte due Stazioni riceventi, una a circa km 5,68 e l'altra a circa km 27,4 di distanza dalla trasmittente. Nella prima di queste Stazioni, dotata di un ampio aereo a *T*, fu usato un ricevitore tipo R. Marina a due valvole, una rettificatrice e l'altra amplificatrice a bassa frequenza. In tale ricevitore la griglia della valvola rettificatrice è derivata direttamente sulla induttanza dell'aereo ottenendo così una facile ricerca delle segnalazioni ed un moderato grado di selettività. Nella seconda Stazione, dotata di un aereo dirigibile molto basso, furono usati parecchi tipi di amplificatori inseriti in circuiti risonanti lascamente accoppiati all'aereo.

Fu, come è naturale, osservato che la sintonia nella ricezione radiotelefonica è un po' meno netta ($\lambda = 2500$ metri) di quella che si ha ricevendo le onde persistenti non modulate ma non fu trovata traccia di armoniche o di anormali disturbi.

In un caso particolare facendo trasmettere assieme alla radiotelefonia di Centocelle un'altra Stazione ad onde persistenti era possibile, in una Stazione ricevente situata a 24 km circa dalle due Stazioni sopradette, ricevere indifferentemente l'una o l'altra trasmissione quantunque la differenza di lunghezza d'onda non fosse che del 4%.

La Stazione ad onde persistenti impiegava potenza molto minore di quella radiotelefonica. Infatti, per la Stazione di Centocelle, il prodotto dell'altezza di radiazione espresso in metri per il valore efficace della corrente di antenna espresso in ampere era 521,6 mentre che lo stesso prodotto per la Stazione ad onde continue era solo 188.

Fu osservato nettamente che il disturbo prodotto dalla voce era minore di quello prodotto dal fruscio dell'arco anch'esso molto ridotto in grazia all'accoppiamento induttivo adottato.

10. — Risulta così che l'arco Poulsen ad accoppiamento induttivo in unione ad un buon sistema di modulazione si presta ottimamente per radiotelefonia permettendo di ottenere comunicazioni chiare e forti a distanze considerevoli. Il fruscìo viene ridotto grandemente e non nuoce per nulla alla bontà dei segnali radiotelefonici.

Gli apparecchi in funzione a Centocelle furono costruiti completamente con mezzi locali dal Capo Torpediniere di 1ª cl. Imperatrice Luigi addetto a quella Stazione R. T. e le prove furono condotte dal Capoposto di detta Stazione, Capo Radiotelegrafista di 1ª classe Desiderio Giovanni.

In un prossimo studio verranno definite le caratteristiche principali del trasmettitore ad accoppiamento induttivo adoperato nelle prove eseguite e particolarmente esaminato il suo rendimento globale.

SU UN NUOVO ACCUMULATORE ELETTRICO LEGGERO

Ing. F. ROSSI

Il giorno 5 dello scorso aprile è comparso, sul giornale quotidiano « *La Gazzetta del Popolo* » di Torino, un articolo di carattere semi-tecnico, contenente alcuni dati circa un nuovo tipo di accumulatore leggero.

Le notizie date nell'articolo erano un po' succinte e non erano quindi sufficienti a dare un'idea delle caratteristiche di questo accumulatore, dal quale l'inventore si riprometteva enormi vantaggi.

E' venuta in punto una pubblicazione dello stesso inventore Ing. Pouchain, per cura della Soc. Tipografica Editrice Nazionale di Torino, ove, in due relativamente voluminosi fascicoli di tabelle e di diagrammi, sono riportati dei dati di esperienze relativi al nuovo accumulatore.

Data l'importanza dell'argomento e dato anche il fatto che uno di questi due fascicoli, portando scritto sul frontespizio, oltre il nome dell'inventore, anche la dicitura: *Esperienze fatte a cura della Direzione Generale delle Ferrovie dello Stato Italiano*, viene ad assumere evidentemente il valore, se non di pubblicazione ufficiale, certo però almeno quello di pubblicazione ufficiosamente autorizzata, mi è parso essere utile ed interessante esaminare accuratamente i risultati, cui l'inventore è giunto, quali risultano dalle tabelle e diagrammi dei fascicoli in questione, e darne poi sommaria notizia ai lettori della « Elettrotecnica ».

L'inventore nulla dice circa le caratteristiche intrinseche dell'accumulatore stesso. Su ciò anzi pare che esso mantenga il segreto più assoluto e lo reclami anche dagli sperimentatori.

Esso riferisce solo che gli accumulatori sperimentati erano di due tipi e cioè uno costruito completo secondo i brevetti e processi di fabbricazione suoi, l'altro invece avente come piastre positive delle ordinarie piastre a piombo (in alcune esperienze anzi furono impiegate senz'altro quelle normalmente usate dalle Ferrovie dello Stato per l'illuminazione elettrica dei treni) e come piastre negative quelle di costruzione dell'inventore. Sulla natura dell'elettrolito pure nulla dice l'inventore.

Limitandomi ad esaminare per semplicità solo i risultati delle esperienze fatte a cura della Direzione Generale delle Ferrovie dello Stato (gli altri del resto sono analoghi) e riportate nel fascicolo relativo, si trova quanto segue:

A) *Tipo con elettrodi positivi e negativi dell'inventore*:

a) Elettrodi positivi N° 3, delle dimensioni di mm 140 × 180; spessore di mm 4, peso complessivo kg 1.500.

b) Elettrodi negativi N° 4, peso complessivo kg 0,472.

c) Peso attivo dell'elemento kg 1.972.

B) *Tipo misto*:

a) Elettrodi positivi N° 8 del tipo comune delle Ferrovie dello Stato per illuminazione elettrica dei treni e da queste fornite.

b) Elettrodi negativi N° 9 dell'inventore.

c) Peso attivo dell'elemento: kg 6.100, mentre il peso attivo degli accumulatori normali, montati con le identiche positive, è di circa kg 9,500.

Notiamo qui subito una particolarità a dir vero un po' strana: l'inventore indica quello che egli chiama *peso attivo* dell'accumulatore (con la qual denominazione egli intende significare il peso degli elettrodi), mentre non dà nessuna comunicazione sul peso *completo* di esso. Ora ciò che conta in pratica non è evidentemente il peso degli elettrodi, ma bensì quello completo degli accumulatori: a questo si riferiscono tutti i trattatisti e i fabbricanti nel dare le indicazioni relative alle capacità specifiche, sicchè la diversa dizione, usata dall'inventore, può facilmente ingenerare equivoci e confusioni. Comunque sarebbe certo stato opportuno che, se non altro per l'esattezza, egli avesse almeno specificato anche quest'altro dato.

Una prima tabella (tabella A - Pag. 9) dà, per uno degli accumulatori del primo tipo, i seguenti dati:

a) Tensione a circuito aperto: non indicata

b) Tensione all'inizio della scarica, con amp. 1,15: volt 2,50

c) Tensione a circuito chiuso, dopo 23 ore di scarica, con intensità gradualmente decrescente da amp. 1,15 a amp. 1,09: volt 2,41.

Interrotta la scarica per 24 ore e ripresa si ha:

a) Tensione a circuito aperto: volt 2,44

b) » » » chiuso con amp. 1,31 di scarica: volt 2,37.

c) Tensione a circuito chiuso con amp. 1,31 di scarica dopo dieci ore di scarica a intensità gradualmente decrescente da amp. 1,31 a amp. 1,15: volt 2,23.

Interrotta la scarica per 13 ore e ripresa si ha ancora:

a) Tensione a circuito aperto: volt 2,33

b) » » » chiuso con amp. 1,19 di scarica: volt 2,33

c) » » » con amp. 1,19 di scarica dopo 10 ore e 40 minuti, durante i quali l'intensità di scarica è scesa da amp. 1,19 a amp. 0,70: volt 1,38.

Ne deduce l'inventore, nella nota conclusiva a tale esperienza, che il suo accumulatore ha erogato:

46,84 amperora
107,96 wattora

pari a

23,70 amperora } per kg di peso attivo
55,76 wattora } dell'elemento

in una scarica durata 44 ore e 30 minuti con due interruzioni di 36 ore complessive.

Qui è subito da farsi l'osservazione che, industrialmente, il regime *utile* di scarica di un accumulatore non può evidentemente essere calcolato coi criteri coi quali l'inventore deduce le capacità specifiche di cui sopra.

Infatti il regime *industrialmente utile* di scarica di un accumulatore è, come è noto ed evidente, quello in cui, a intensità costante di scarica, la tensione non diminuisce di oltre il 10% circa in confronto di quella iniziale: e ciò perchè, per ovvie ragioni, non sarebbe possibile sfruttare industrialmente un accumulatore entro limiti maggiori. Non si capisce, p. es., come nel caso specifico potrebbe sfruttarsi industrialmente un accumulatore entro i limiti di tensione compresi fra volt 2,41 e volt 1,38.

Ne segue che, con tale doverosa limitazione, la scarica utile dell'accumulatore sperimentato si arresta presso a poco al termine del secondo periodo di scarica e le *capacità utili* risultanti si riducono alle seguenti:

amperore	35,93
wattore	87,04

e quelle per kg di peso attivo

amperore	18,22
wattore	44,13

*

Per gli accumulatori del tipo *misto* (più interessanti praticamente anche perchè di capacità maggiore) una seconda tabella (tabella B - pag. 13) dà i seguenti risultati:

Tensione: non indicata mai, nè a circuito aperto, nè a circuito chiuso (perchè?)

Intensità di scarica: gradualmente diminuente da 30 amp. iniziali a 9,5 amp. finali.

Durata della scarica: ore 10 e 30 minuti con intervallo di ore 14,30.

Amperore erogate: 198,77.

Wattore erogate: non indicate.

Wattore erogate per kg di peso attivo: non indicate.

Non si comprende perchè in una tabella di scarica di un accumulatore in esperimento si trascuri completamente il fattore: « tensione » che, come è noto, è proprio il fattore essenziale per stabilire il termine della scarica *utile*. Certo è che senza di esso non si può fare alcuna deduzione.

Seguono poi nel fascicolo in questione altre tabelle e diagrammi non recanti elementi sostanzialmente diversi da quelli delle prime due. Solo degno di nota è il fatto che in tutti gli esperimenti le scariche sono inframezzate da lunghe interruzioni; non v'è cioè neanche una sola scarica, che sia condotta consecutivamente e senza pause; ciò che sarebbe stato invece assai interessante, giacchè, come è noto, le scariche intermittenti danno luogo a capacità *maggiori* delle scariche continuative, per i fenomeni di rigenerazione interna degli elettrodi, che si verificano durante le pause.

Seguono infine, sempre nel fascicolo stesso, altri dati e tabelle relativi a esperimenti pratici di funzionamento di alcune batterie su vetture ferroviarie in servizio sulla linea Roma-Torino, corroborate da un certificato, a firma di due funzionari tecnici dell'Amministrazione ferroviaria, attestante che dopo 31 viaggi (cioè dopo 31 scariche) gli accumulatori furono trovati in perfette condizioni di conservazione.

Nell'altro fascicolo, in quello cioè intitolato « *Esperienze varie* », si riportano ancora numerose tabelle e diagrammi, i cui dati e risultati concordano in conclusione con quelli delle tabelle sopra esaminate. Vi sono solo in più i risultati di una serie di 50 scariche, fatte dal 16 dicembre 1920 al 15 febbraio 1921 presso il R. Politecnico di Torino su un elemento avente le seguenti caratteristiche:

Indicazione: Elemento 202

Composizione: N. 8 piastre positive del tipo comunemente usato dalle Ferrovie dello Stato per la illuminazione dei treni
9 piastre negative dell'inventore

Peso attivo: 8 piastre positive kg 4.320
9 » negative » 0,990
Totale kg 5.310

Dimensioni delle piastre: mm 142 × 165

Superficie apparente dell'elemento: dm² 37,48.

Le scariche sono, in questa serie di esperienze, fatte a regime di circa 5 ore e senza interruzioni. I limiti di tensione considerati variano da:

volt 2,68 a circuito aperto
» 2,52 all'inizio della scarica
» 1,70 alla fine.

La capacità media ottenuta entro tali limiti (eccessivi per le considerazioni fatte sopra) è risultata in tali esperienze di

145,34 amperora
335,65 wattora

a scarica della durata media di 5ʰ 4' 46", pari a

27,36 amperore per kg di peso attivo
63,18 wattore » » » » »

Il regime medio di scarica è risultato di:

28,63 ampere
66,24 watt

pari a

5,39 ampere } per kg di peso
12,47 watt } attivo

e a

0,75 ampere } per dm² di superficie
1,77 watt } apparente

La massima capacità (amperore 160,10: wattore 368,87) è stata ottenuta alla diciannovesima scarica, la minima (125,67 amperore e 290,15 wattore) alla seconda scarica. Quella dell'ultima scarica è risultata di 135,34 amperore e, rispettivamente, 309,84 wattore.

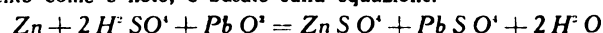
Non risulta da nessuno dei due fascicoli pubblicati dall'inventore, nè da altre notizie indirette:

1°) Che sieno stati esperimentati accumulatori di dimensioni maggiori, quali per es. quelli usualmente impiegati per trazione nei camions e nelle locomotive, ecc.

2°) Che sieno state fatte prove di durata al di là delle 50 scariche di cui sopra.

Così pure non risulta da alcuna delle tabelle e diagrammi dei due fascicoli in questione alcun dato circa i rendimenti di questi accumulatori, nè in amperore nè in wattore; omissione questa che appare, dal punto di vista tecnico, tanto più incomprensibile, in quanto che si tratta di esperimenti sopra un nuovo tipo di accumulatore tendenti a dimostrare la sua superiorità sugli altri attuali a piombo, sicchè tutte le relative caratteristiche avrebbero dovuto essere dall'inventore comparativamente presentate e determinate. Nè v'è fra i dati riportati la menoma indicazione circa variazioni della densità dell'elettrolito e della temperatura interna dell'accumulatore in carica e in scarica. Si tratta dunque di una raccolta di dati e diagrammi molto voluminosa sì, ma, per contro, relativamente assai deficente e reticente, perchè mancante di dati essenzialissimi nella tecnica degli accumulatori.

Comunque da quel tanto che nei due fascicoli in questione è riportato, e che io ho qui obbiettivamente e molto compendiosamente riassunto, credo poter dedurre che, nel caso in questione, anzichè trattarsi di un vero e proprio nuovo accumulatore, si tratti di una riesumazione del noto vecchio accumulatore « Piombo-Zinco », il cui funzionamento come è noto, è basato sulla equazione.

$$Zn + 2\,H^2SO^4 + PbO^2 = ZnSO^4 + PbSO^4 + 2\,H^2O$$

Infatti concordano esattamente con quelli dell'accumulatore piombo-zinco i dati relativi alla tensione e alla capacità specifica, nonchè l'andamento delle curve di scarica riportate dall'inventore nelle sue tabelle e diagrammi: ed in particolare:

a) la tensione più elevata di circa 0,5 volt in confronto di quella dell'accumulatore a piombo, in causa del maggior sviluppo di calore della solfatazione dello zinco in confronto di quella del piombo.

b) la maggior capacità specifica, dovuta al fatto che l'equivalente elettrochimico dell'amperora sviluppata nella scarica è, come è noto, di grammi 3,86 per il piombo, mentre è solo di grammi 1,21 per lo zinco; nonchè al fatto che, in conseguenza della dissoluzione del

metallo nell'elettrolito, il coefficente di utilizzazione, per l'accumulatore piombo-zinco, risulta più elevato di quello dell'accumulatore a piombo.

Si spiega così in particolare che, nell'accumulatore in questione, a pari capacità i catodi di zinco possono essere molto più leggeri di quelli a piombo.

I vantaggi quindi di maggior capacità specifica, segnalati dall'inventore nel suo accumulatore ed ai quali pare che egli dia molta importanza, non costituiscono evidentemente una novità, giacchè erano già stati raggiunti da altri molto tempo prima che da lui. Io stesso ne ottenni di analoghi, se pure non di maggiori, sperimentando tempo fa alcuni accumulatori piombo-zinco, costruiti a titolo di esperienza e di studio dal Chiar.mo Ing. Raoul Calapaj, del R. Politecnico di Torino. Costituirebbero una novità, e certo molto importante, se effettivamente essi fossero convalidati da *dati positivi circa la durata* degli elettrodi. Ma, come detto di sopra, nessun dato sperimentale al riguardo viene riferito dall'inventore circa questi accumulatori, all'infuori dei 31 viaggi di andata e ritorno di alcune batterie fra Torino e Roma, e corrispondenti a 31 scariche; e delle 50 scariche ottenute nel laboratorio del R. Politecnico di Torino; un po' poco a dir vero per poter arrivare ad una fondata conclusione, specialmente se si pensa che un buon accumulatore a piombo, del tipo leggero, deve, in via normale, sopportare almeno 200-250 scariche prima di richiedere il ricambio delle lastre positive e almeno 400-450 scariche prima di richiedere il ricambio delle lastre negative; nè voglio parlare qui dei tipi a formazione autogena, per impianti fissi, pei quali questi valori vanno almeno quintuplicati.

Ricordo anzi a questo proposito la interessantissima comunicazione fatta dal Chiar.mo Prof. Scarpa alla XXII Riunione Annuale dell'A. E. I. nel settembre 1918 a Torino, riportata in esteso al N. 9 Vol. VI del 25 marzo 1919 di questa Rivista, dalla quale risulta che degli accumulatori Tudor di tipo leggero da sottomarini avevano potuto sopportare in via normale fino a oltre 400 scariche, senza richiedere il ricambio neanche di una sola lastra nè positiva nè negativa; ma, per contro, anche con accumulatori risultati deficienti per un malaugurato contrattempo di fabbricazione (che fu appunto quello che diede occasione allo studio del fenomeno in questione) avevano pur sempre potuto raggiungere almeno una cinquantina di scariche, prima di dover esser posti fuori servizio.

Manca quindi, come detto, ogni elemento per potersi fare un giudizio esatto sulla bontà pratica di tali accumulatori, dal punto di vista specialmente della loro durata (oltrechè dei rendimenti), mentre invece se, come suppongo, si tratta proprio effettivamente di un nuovo tipo di accumulatore piombo-zinco, la cosa avrebbe una doppia importanza: giacchè i due fattori di superiorità dell'accumulatore piombo-zinco su quello a piombo e cioè:

1°) maggior forza elettromotrice

2°) maggior equivalente elettrochimico dello zinco in confronto del piombo, e quindi maggior capacità specifica

sono purtroppo completamente distrutti, o per lo meno controbilanciati, da dei gravissimi inconvenienti, che sono appunto quelli, che lo hanno reso fin quì, e che probabilmente lo renderanno anche per l'avvenire, industrialmente inapplicabile.

Un primo inconveniente infatti si ha nel fatto che lo zinco viene attaccato dall'elettrolito anche a circuito aperto. Si tentò, è vero, fin dal primo momento, in cui apparvero i primi tipi di questi accumulatori, di ovviare a ciò mediante adatti processi di amalgamazione del catodo di zinco. Ma, a parte che anche in tal caso non si poterono eliminare completamente le azioni locali, risultò pur sempre praticamente ed industrialmente molto difficile, per non dire impossibile, ottenere una amalgamazione perfetta di detti catodi, dato che i depositi di zinco vengono sempre successivamente rinnovati.

Ma un altro inconveniente, forse ancora più grave, deriva dall'intacco del metallo attivo per parte dell'elettrolito. La carica riconduce, è vero, tale metallo sul catodo sotto forma di deposito elettrolitico. Ma, come si sa, è assai difficile in pratica poter ottenere dei depositi elettrolitici completamente uniformi, se non adottando per essi dei procedimenti speciali, quali sono di solito impiegati nella galvanoplastica, procedimenti che evidentemente non possono essere, almeno in via ordinaria ed industriale, applicati in un usuale accumulatore elettrico. E allora è inevitabile la formazione di irregolari depositi elettrolitici, con conseguente caduta di essi al fondo degli elementi. E poichè tale massa in tal caso non prende più parte alle azioni elettrochimiche, ne consegue una evidente e necessaria rapida caduta di capacità.

Sono questi appunto gli inconvenienti che, come detto, hanno fin qui ostacolato il diffondersi dell'accumulatore piombo-zinco. Può darsi che l'inventore sia riuscito ad eliminarli, ma finchè le sue esperienze si limitano a sole 50 scariche, nulla evidentemente si può concludere al riguardo. Solo quando egli fosse giunto a un congruo numero di scariche si potrebbe ritenere che egli avesse risolto praticamente e felicemente il problema.

Del resto anche la capacità specifica di questo nuovo accumulatore non appare in fondo molto elevata.

L'inventore fa, è vero, a pag. 27 del suo fascicolo intitolato «Esperienze varie» un confronto fra la capacità specifica dei suoi accumulatori e quella degli accumulatori di una, come egli si esprime, fra le Società Italiane di Accumulatori Elettrici più quotate ed arriva alla conclusione che la capacità specifica del suo accumulatore è più che quadrupla, di quella dell'elemento scelto a paragone. Ma il male è che l'accumulatore, da lui scelto a termine di paragone, e che si deduce facilmente essere quello *Tudor* indicato sotto la denominazione *JR* 1 a pag. 28 del listino «Accumulatori stazionari» Edizione 1919 della Società Generale Italiana Accumulatori Elettrici, è, un accumulatore tipo Plantè per batterie fisse a repulsione; e la capacità relativa, presa a paragone, è quella di esso al regime di scarica in un'ora.

Ora, come è noto, la Soc. Gen. Ital. Acc. Elettrici, al pari di qualunque altra importante fabbrica di accumulatori ha, fra i suoi prodotti, tipi svariatissimi di accumulatori, passanti dal più leggero (per trazione) ai più pesanti (per batterie stazionarie a repulsione). L'inventore, pel suo confronto, ha scelto, fra i tanti, proprio.... il più pesante! Se egli avesse invece preso per esempio a confronto non l'accumulatore di cui sopra, ma bensì uno fra quelli costruiti dalla stessa ditta, più leggero e cioè p. es. quello tipo 5 Le 285/4, di cui al listino «Accumulatori per Automobili» Ottobre 1919 pag. 17, costruito per applicazioni di trazione elettrica su strade e studiato quindi con particolari criteri di leggerezza, avrebbe trovato questi dati:

Capacità in amperore a regime di scarica in	5 ore:	250	amperore
» » » » » » »	10 »	280	»
» » wattore » » » »	5 »	482.50	»
» » » » » » »	10 »	550	»
Tensione media al regime di scarica in	5 ore: volt	1,93	
» » » » » »	10 » »	1,96	

Peso di un elemento completo, compreso acido e connessioni: kg 16,4

Capacità specifica per chilogrammo di elemento a regime di scarica in 5 ore wattore 29,42

Capacità specifica per chilogrammo di elemento, regime di scarica in 10 ore wattore 33,53.

Non è possibile fare un confronto diretto fra questo dato e quello corrispondente del nuovo accumulatore, perchè, come detto più sopra, l'inventore trascura completamente di indicare le capacità specifiche del suo accumulatore per kg di peso di accumulatore, limitandosi a dare quelle per kg di peso, come esso lo chiama, attivo.

Consideriamo quindi questo speciale fattore nell'accumulatore Tudor di cui sopra, il di cui cosidetto peso attivo risulta di kg 12,027; la sua capacità specifica per kg di peso attivo risulta di 40,11 e rispettivamente 45,83 wattore a seconda dei due regimi di cui sopra, mentre l'inventore ha ottenuto, nella serie di 50 scariche di cui sopra, una energia media di soli 63,18 wattora per kg di peso attivo (vedi pag. 180 fascicolo «Esperienze varie»). Ma, lo si noti bene, perchè importantissimo, la capacità dell'accumulatore Tudor, di cui sopra, è ottenuta fra limiti di tensione varianti, fra inizio e fine scarica, non al di là del 10%, quale cioè si conviene in regime e funzionamento industriale, mentre quella del nuovo accumulatore è ottenuta, come visto di sopra, fra limiti compresi fra volt 2,45 e volt 1,68 e cioè fra limiti praticamente inammissibili (v. tabella fascicolo «Esperienze varie» pag. 176-177).

Se si fa, come è doveroso, una opportuna rettifica, troveremo naturalmente che la differenza si riduce ancora, se pur non sparisce del tutto.

Ma comunque, ripeto, tutto ciò non ha che un'importanza relativa. Nessun dato di capacità specifica, anche elevatissimo, di un accumulatore può avere industrialmente valore alcuno, se non è corroborato da dati positivi sperimentali circa la corrispondente vitalità. Basta ricordare del resto la storia recente dell'accumulatore, tutta infiorata malauguratamente di insuccessi, talvolta anche clamorosi, che hanno inghiottito speranze di inventori, e, ciò che purtroppo è peggio, milioni di capitalisti ingenui od illusi.

Così per es. il Garassino fin da più di vent'anni or sono aveva realizzato, pur rimanendo nell'ambito dell'accumulatore a piombo, delle capacità specifiche elevatissime. Il suo accumulatore infatti, corrispondente al tipo leggero Tudor su esaminato (e cioè quello da 250 amp. di capacità), non pesava che kg 12 (v. listino Fabbrica Italiana Accumulatori Elettrici Leggeri, Torino - settembre 1901 - pag. 13), ciò che corrisponde ad una capacità specifica di circa 40 wattore per kg di elemento.

L'Ing. Gino Turrinelli, ben noto e stimatissimo tecnico in fatto di trazione elettrica ad accumulatori, si era illuso anch'esso di aver, or son parecchi anni, risolto il problema dell'accumulatore elettrico leggero col suo accumulatore « Fulgor », la cui capacità specifica risultava superiore di circa il 40% financo a quella del famoso accumulatore Edison (vedi listino Officine di Sesto S. Giovanni, Camona Giussani Turrinelli e C. - pag. 5). Ma chi più parla oggi dell'accumulatore Garassino? Chi più dell'accumulatore Fulgor? E chi più parla dei famosi accumulatori elettrici piombo-rame di Hagon, resisi famosi pel clamoroso insuccesso di circa 20 anni fa sui trams di Torino? E chi più parla dei non meno famosi accumulatori Cruto-Pescetto all'ulmato d'ulmina, resisi anch'essi in quell'epoca, o quasi, celebri negli annuali dei trams di Roma, e che, per quanto dolcificati dall'uso dell'ulmato d'ulmina, riuscirono invece.... così amari ai poveri azionisti della Società costruttrice?

Io non voglio asserire naturalmente con questo che il nuovo accumulatore, da me qui esaminato sia destinato allo stesso insuccesso degli accumulatori Garassino, Fulgor, Pescetto, ecc. ecc. Ma finchè l'inventore non avrà prodotto dati positivi di esperienze di durata, io sono e resterò, al riguardo, per la mia particolare esperienza e sopratutto per gli esempi del passato, assai scettico e diffidente. E ciò anche perchè *io ritengo, in linea di principio generale, impossibile ottenere, allo stato attuale delle cose, un accumulatore elettrico che sia industrialmente preferibile a quello a piombo, per moltissime ragioni di carattere tecnico e scientifico.*

Ma su questa questione, di carattere generale e di interesse più scientifico che industriale, mi riservo di intrattenere i lettori dell'Elettrotecnica, che ad essa potranno interessarsi, in un altro studio speciale, che mi riprometto di far seguire al presente.

:: SUNTI E SOMMARI ::

APPARECCHI DI PROTEZIONE.

R. F. GOODING — **Scelta dei relais per impianti di grandi potenze.** (Electrical World, 30 aprile 1921, pag. 987).

L'autore mette in evidenza come la scelta dei relais abbia non minore importanza di quella degli interruttori essendo il funzionamento di questi dipendente dall'installazione dei relais.

In generale si può dire che i generatori sono di solito protetti contro perturbazioni nel loro interno, da relais differenziali e non da relais di massima perchè : guasti sulle linee o sui feeder devono venire isolati senza staccare il generatore dalle sbarre. I feeder radiali vengono meglio protetti con relais di massima, mentre i relais di ritorno sono specialmente adatti per feeder paralleli. I trasformatori sono protetti, come i generatori da relais differenziali.

Una volta la funzione dei relais era soltanto quella di disconnettere un apparecchio da un circuito per proteggerlo contro un guasto avvenuto nel circuito stesso.

Attualmente i relais hanno anche l'importante funzione di ripristinare le condizioni normali nell'impianto, nel più breve tempo possibile. Perciò devono non solo localizzare il guasto il più strettamente possibile ma devono fare ciò producendo nel resto dell'impianto la minima alterazione possibile. Essi devono distinguere fra un sovraccarico e un ritorno di corrente, funzionare per un determinato squilibrio di potenza e inoltre agire in un tempo opportuno perchè la successione delle operazioni avvenga nell'ordine prestabilito.

Allo scopo di determinare il tipo di relais più adatto per uno speciale impianto, occorre anzitutto valutare gli effetti di tutti i possibili corti circuiti nelle differenti parti del sistema.

L'autore avverte però che per quanta cura si metta nella calcolazione e nella scelta dei relais, all'atto pratico saranno sempre necessarie molteplici operazioni di messa a punto e di regolazione prima che tutto il sistema dei relais di un grande impianto funzioni opportunamente sotto tutte le condizioni.

L'autore descrive alcune installazioni tipiche che hanno dato buoni risultati in pratica.

Protezione dei generatori. Negli impianti moderni non si proteggono più i generatori contro i sovraccarichi ritenendo che essi sieno di costruzione sufficentemente robusta per sopportare un corto circuito ai loro morsetti. La protezione con relais di massima avrebbe anche il difetto che, qualora si manifestasse un netto corto circuito presso le sbarre, e l'interruttore del circuito guasto non agisse con sufficente prontezza, potrebbe avvenire lo scatto di tutti i relais dei generatori staccando interamente la centrale. Secondo l'autore è preferibile permettere che il corto circuito si distrugga da sè, il che avviene di solito in brevissimo tempo.

Occorre invece installare dei relais differenziali per staccare il generatore dalle sbarre nel caso in cui si verifichi un guasto nell'interno stesso del generatore. Si usa in tal caso lo schema di fig. 1. In esso si hanno dei trasformatori di corrente installati su ogni montante della macchina fra gli avvolgimenti di questa ed il neutro. Sulla linea sono installati analoghi trasformatori fra gli avvolgimenti e le sbarre. I secondari di ogni paio di detti trasformatori sono messi in serie.

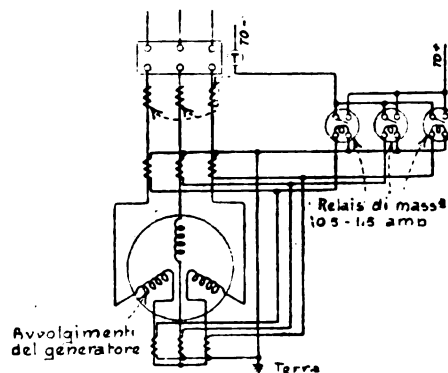
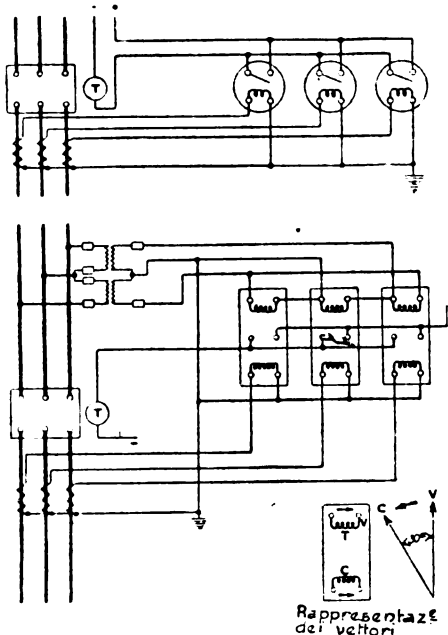



Fig. 1. — Connessioni pei relais differenziali a protezione dei generatori.

A questi secondari si connette un relais di massima con bobine di solito di 0,5 ampere fino a 1,5 ampere. A regime le correnti nei secondari sono eguali e perciò non circola corrente nei relais. Ma se una parte dell'avvolgimento della macchina subisce un corto circuito, vi sarà uno squilibrio nelle correnti dei due trasformatori su quel montante e perciò si verificherà una corrente nel relais di massima connesso a quel circuito e si produrrà la chiusura del relais e lo scatto dell'interruttore. Questi relais devono essere regolati per agire istantaneamente e con una corrente di 0,5 ampere.

Bisogna poi aggiungere un dispositivo, non segnato sullo schema, destinato ad aprire l'interruttore del campo del generatore togliendogli l'eccitazione.

Feeder. Lo schema di fig. 2 rappresenta il dispositivo più noto per la protezione dei feeder radiali che partono isolatamente dalla centrale. Essi vengono protetti con relais di massima.

Figg. 2 e 3. — Connessioni dei relais di massima e di ritorno a protezione dei feeder.

Operando su un sistema avente un punto a terra, occorrono 3 trasformatori di corrente e 3 relais per la protezione contro un sovraccarico o una messa a terra in ogni fase. Se non vi è il punto a terra si può abolire il trasformatore e il relais mediani.

Spesso vi sono dei feeder paralleli che vanno dalla centrale alle sottostazioni. Occorrono allora i relais di massima e inoltre bisogna mettere dei relais di ritorno sui circuiti che entrano nelle varie sottostazioni. Lo schema è indicato in fig. 3. Sono sempre necessari tre relais e la corrente deve precedere la tensione di 30°. L'insieme di questi relais è tale che essi possono essere messi a punto in modo da permettere una corrente di ritorno di una intensità prestabilita, ma da scattare appena questa intensità venga sorpassata.

Trasformatori. Di solito coi trasformatori ci si comporta come coi generatori tralasciando i relais di massima e montando soltanto dei relais differenziali. La figura 4 mostra lo schema nel caso della connessione triangolo-triangolo; la figura 5 si riferisce invece alla connessione triangolo-stella e la figura 6 alla connessione stella-stella.

Si sono studiati dei relais speciali detti relais differenziali polifasi che semplificano assai la messa a punto. Consistono in due elementi wattmetrici polifasi montati sullo stesso albero e disposti in modo da produrre momenti di torsione di senso contrario. Uno di questi elementi polifasi è inserito a monte del trasformatore e l'altro a valle. In condizioni normali i due momenti di torsione si equilibrano; ma se si

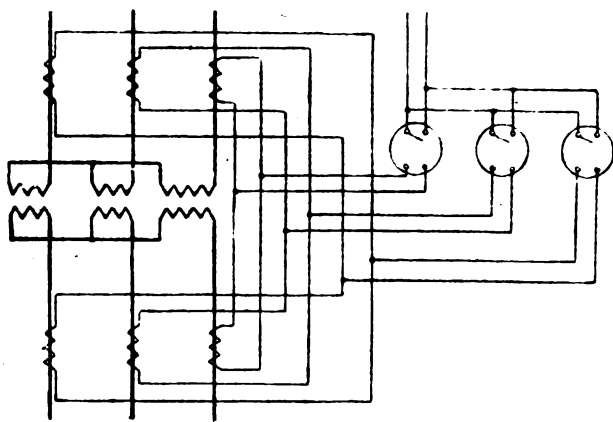
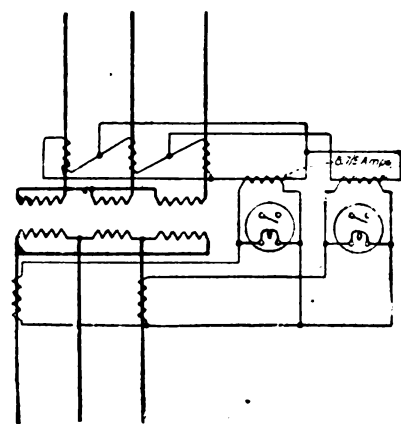
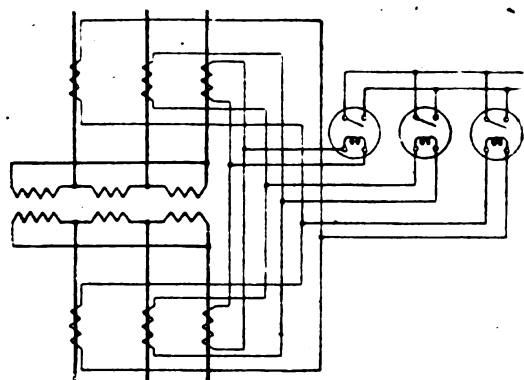



Fig. 4, 5 e 6. — Connessioni dei relais differenziali a protezione dei trasformatori.

produce a monte o a valle del trasformatore una perturbazione, si verifica una disuguaglianza dei due momenti e quando essa assume un valore stabilito, l'alberino ruota e si produce la chiusura del relais e lo scatto degli interruttori che isolano dalla linea il trasformatore. Con questi relais gli elementi wattmetrici possono essere tutti alimentati con tensione derivata dal secondario eliminando così i trasformatorini di tensione sul primario.

R. S. N.

★ ★

ELETTROFISICA.

F. HARMS — **Delle oscillazioni prodotte da una valvola generatrice in circuiti ad accoppiamento magnetico.** (Jahrb. f. drahtl. Tel. 1920, vol. XV, n. 7, pag. 443).

E' noto che quando un generatore di oscillazioni a valvola ionica agisce su un sistema di due circuiti oscillatori accoppiati e si fa variare con continuità costante di oscillazione LC di uno di essi (mediante variazioni di L o di C), si determina un fenomeno irreversibile, accompagnato da caratteristiche condizioni di instabilità [1].

Il fenomeno dipende infatti, non solo da tutte le costanti dei vari circuiti ma anche dal senso in cui la variazione avviene ed è stato dai tedeschi definito per un circuito a valvola con la parola « *tirare* della valvola ».

Così p. es. la fig. 1 rappresenta un caso di variazione della corrente I_2 nel circuito secondario in funzione della capacità C_2 di esso, e precisamente, aumentando questa continuamente a partire da un valore minimo, I_2 passa per i valori 1, 2, 3, 4, 5 e 6, mentre nel diminuirla poi a partire da 6, I_2 varia passando per i valori 6, 5, 3, 7, 2, 1. Notisi che si passa così per due massimi di corrente distinti fra loro e non rispondenti alla condizione di risonanza.

L'A. parte dalle formule ricavate dal Vallauri [2] nel suo studio sul funzionamento dei tubi a vuoto, e dallo schema corrispondente alla fig. 2, per il caso della valvola funzionante da generatore con accoppiamento induttivo fra il circuito anodico e quello di griglia.

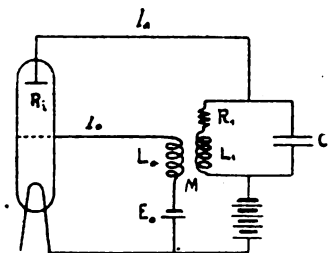
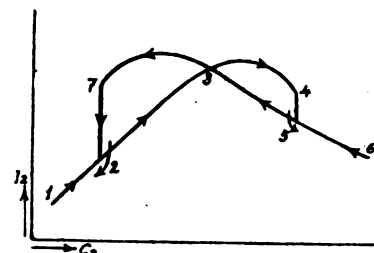



Fig. 1. Fig. 2.

Egli ne ripete in sostanza i passaggi, e conglobando la condizione di regime ad ampiezza costante con quello che praticamente si verifica per regolazione ad ampiezza che tenderebbe a crescere indefinitamente, ma è mantenuta entro un limite finito per causa delle perdite e della deformazione dalla caratteristica lineare ammessa a base della teoria, pone sotto la seguente forma l'equazione differenziale rispetto a v:

$$L_1 C_1 \frac{d^2 v}{dt^2} + \left[SM + \frac{L_1}{R_i} + R_1 C_1 \right] \frac{dv}{dt} + \frac{R_1 + R_i}{R_i} V = \\ = 1 + \frac{R_1}{R_i} I_a R_1 \qquad (1)$$

che può scriversi:

$$\alpha \frac{d^2 v}{dt^2} + \beta \frac{dv}{dt} + \gamma v = \varepsilon$$

e che conduce alla condizione

$$- SM \geq \frac{L_1}{R_i} + R_1 C_1$$

la quale deve essere soddisfatta affinchè le oscillazioni possano prodursi e amplificarsi. In essa S rappresenta la pendenza $\frac{\partial I_a}{\partial e_0}$ della caratteristica di corrente anodica in funzione della tensione di griglia.

Se tutte le grandezze della (1) restassero costanti, e se si verifica la diseguaglianza, l'ampiezza dell'oscillazione dovrebbe crescere continuamente, ma allora cresce anche il potenziale di griglia e la S diventa più piccola, la R_i più grande e si discenderà al limite:

$$- SM = \frac{L_1}{R_i} + R_1 C_1 \qquad (2)$$

che corrisponde ad ampiezza costante dell'oscillazione prodotta. In questa condizione lo smorzamento, dato da $\frac{\beta}{2\alpha}$, si annulla, e quindi le oscillazioni avvengono come se non esistesse il termine relativo allo smorzamento e la frequenza loro fosse esattamente data da $\omega^2 = \frac{1}{L_1 C_1}$

Della stessa equazione (2) l'A. si serve per calcolare l'ampiezza massima. Occorrerebbe perciò avere un'equazione che fosse espressione esatta della caratteristica, ma ai fini della sua ricerca l'A. si contenta di sostituirle la retta AB tracciata fra i punti estremi di funzionamento (fig. 3).

Egli desume così:

$$S = \frac{I_0}{2 e_0} \qquad \text{cioè:} \qquad e_0 = \frac{I_0}{2} \cdot \frac{1}{S}$$

valore che esso introduce nella (2) e per cui

$$e_0 = - \frac{I_0}{2} \frac{M}{\frac{L_1}{R_i} + R_1 C_1} \qquad (3)$$

---

(1) *L'Elettrotecnica* 1920, vol. VII, pag. 60 e *Bollettino R. T.* vol. I, n. 8, pag. 173.

(2) VALLAURI: Sul funzionamento dei tubi a vuoto a tre elettrodi (audion) usati nella radiotelegrafia.

Elettrotecnica, v. VI, n. 3, 1917, pag. 48 e pubblicazione n. 1 dell'I. E. R. T. della R. Marina.

Ma poichè la variazione e_0 della tensione di griglia è dovuta all'azione induttiva della corrente oscillatoria I_1 che circola in L_1, azione che si esercita attraverso l'induzione mutua M, si ha

$$e_0 = -\omega M I_1 ,$$

da cui sostituendo nella (3)

$$I_1 = \frac{I_0}{2\omega} \cdot \frac{1}{\frac{L_1}{R_i} + R_i C_1} \quad (4)$$

nelle quali per e_0 ed I_1 si intendono i valori massimi o ampiezze.

Passando ora al caso propostoci in principio, che è quello di due circuiti accoppiati induttivamente (fig. 4), l'A. suppone che nel pri-

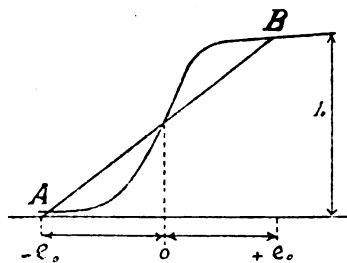
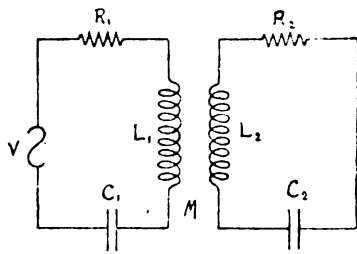



Fig. 3. Fig. 4.

mario agisca una f. e. m. armonica $V^{i\omega t}$ e che quindi, a regime, anche le correnti i_1 e i_2 siano grandezze armoniche.

$$i_1 = A_1 V^{i\omega t} \qquad \text{e} \qquad i_2 = A_2 V^{i\omega t} \quad (5)$$

Sostituendo questi valori nelle equazioni differenziali che esprimono le correnti nei due circuiti della fig. 4, e poi introducendo secondo il noto artifizio resistenza ed autoinduzione equivalenti riportate tutte al primario e espresse da

$$R = R_1 + \omega^2 M^2 \frac{R_2}{Z_2^2} \qquad L = L_1 - \omega^2 M^2 \frac{L_2 - \frac{1}{\omega^2 C_2}}{Z_2^2} \quad \text{in cui} \quad (6)$$

$$Z_2^2 = R_2^2 + (\omega L_2 - \frac{1}{\omega C_2})^2 .$$

(particolari naturalmente ad una data frequenza) l'A. ricava per le correnti stesse le equazioni:

$$I_1 = \frac{V}{\sqrt{R^2 + \omega^2 (L - \frac{1}{\omega^2 C_1})^2}} \qquad I_2 = I_1 \frac{\omega M}{Z_2} \quad (7)$$

Ora precedentemente è stato dimostrato che la frequenza alla quale una valvola eccita il suo circuito è quella non smorzata del circuito stesso, perciò la frequenza dei circuiti accoppiati (e quello del circuito equivalente) deve calcolarsi tenendo conto nel sistema delle equazioni differenziali come se fosse $R_1 = R_2 = O$.

Si ottiene così, avendo posto

$$\omega_{1 \cdot 0} = \frac{1}{\sqrt{L_1 C_1}}$$

$$\omega_{2 \cdot 0} = \frac{1}{\sqrt{L_2 C_2}}$$

$$K = \frac{M}{\sqrt{L_1 L_2}}$$

la nota equazione

$$\omega^4 (1 - K^2) - \omega^2 (\omega^2_{1 \cdot 0} + \omega^2_{2 \cdot 0}) + \omega^2_{1 \cdot 0} \omega^2_{2 \cdot 0} = O$$

di cui le possibili soluzioni sono:

$$\omega^2 = \frac{\omega^2_{1 \cdot 0} + \omega^2_{2 \cdot 0}}{2 (1 - K^2)^2} \pm \sqrt{-\frac{\omega^2_{1 \cdot 0} \omega^2_{2 \cdot 0}}{1 - K^2} + \left(\frac{\omega^2_{1 \cdot 0} + \omega^2_{2 \cdot 0}}{2 (1 - K^2)^2} \right)^2} \quad (8)$$

e che sono differenti dalle frequenze proprie dei due circuiti, tanto più, quanto più l'accoppiamento K è stretto. Inoltre, essendovi per ogni K due frequenze passabili, si hanno anche due diversi valori dell'induttanza e della resistenza equivalenti, secondo le (6).

Applicando quanto sopra alle condizioni (2) e (4) per la formazione delle oscillazioni nei circuiti accoppiati e servendosi poi della seconda delle (7) per ricavare I_2, si hanno le espressioni di $M I_1$ ed I_2 per ciascuna delle due frequenze possibili.

Applicando queste formule ad un esempio numerico l'A. analizza i fenomeni di cui vuol trattare.

Egli riferendosi a dati correnti della pratica pone:

$$S = 10^{-4} \text{ Mho} \quad R_i = 10^5 \Omega \quad M = 2.10^5 \text{ cm} \quad L_1 = 4.10^5 \text{ cm}$$

$$L_2 = 3{,}5\ 10^5 \text{ cm} \quad C_1 = 1360 \text{ cm} \quad R_1 = I\Omega \quad R_2 = 7{,}3\ \Omega$$

ed esegue i calcoli per due distinti valori di K^2 pari a 0,08 e 0,02. Supponendo che C_2 possa variare da 1000 a 2500 cm, l'A. deduce per ogni valore di C_2 i due valori ω' e ω'' ($\omega' > \omega''$) delle frequenze possibili e le corrispondenti coppie di valori di Z_2, L, R, I_1, I_2 e della grandezza

$$A = \frac{L}{R_i} + R C_1 .$$

Il modo di variare dei valori di I, I_2, ed A in funzione di C_2 è indicato dai diagrammi della fig. 5 per il caso di $K^2 = 0{,}02$. In conseguenza della (2) risulta che le oscillazioni sono possibili sempre che le curve A sono inferiori a SM, cioè al disotto della retta SM; quindi per le onde a frequenza maggiore (ω') si possono avere oscillazioni da $C_2 = 1400$ m in su, per quelle a frequenza minore (ω'') da bassi valori di C_2 fino a $C_2 = 1630$ m. Fra $C_2 = 1400$ e 1630 si possono avere entrambe. Ma quale delle due si avrà effettivamente

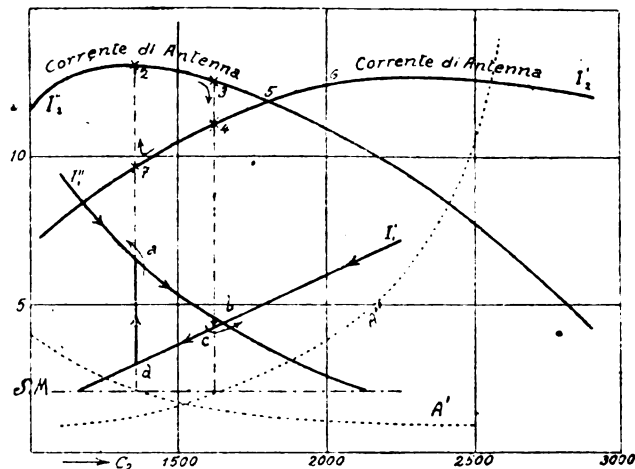



Fig. 5.

nella trasmissione? L'A. osserva che dopo l'inserzione e l'inizio delle oscillazioni, l'onda per la quale A è più piccolo aumenterà di amplitudine più rapidamente, essa raggiungerà perciò prima dell'altra valori tali del potenziale di griglia per i quali la corrente anodica diventa pressochè indipendente da questo. Per cui le piccole oscillazioni del potenziale di griglia provocate dalla onda più debole sono tanto minori quanto più la sproporzione delle amplitudini fra le due onde cresce. La seconda onda quindi ha tendenza a scomparire. Il ragionamento non risolve il quesito per il punto in cui A è uguale per entrambe le onde ed ove esse potrebbero sussistere in entrambe.

Durante le variazioni continuate di C_2 a regime stabilito non compare che una sola onda, perchè la detta variazione, lenta in paragone del tempo richiesto per la stabilizzazione di un regime può considerarsi piuttosto come una successione continuata di tanti regimi stabiliti. Quest'onda resta finchè essa può sussistere, perchè non lascia crescere l'altra e scompare soltanto quando i valori assunti da C_2 superano il relativo valore limite. Allora cioè per un preciso valore di C_2 si avrà un brusco passaggio all'altra onda. Così nella fig. 5 partendo prima da alte capacità si ha la corrente I'_2, diminuendo C_2 essa passa per un massimo che nulla ha a che fare con la risonanza, per i valori 6, 5, 4, permane sempre I'_2 da 4 fino a 7, e qui salta a I''_2 (da $\lambda = 1200$ a 1630) e ripassa per un altro massimo col tendere di C_2 verso lo 0. Se si comincia a far crescere C_2 a partire da piccoli valori si ha dapprima la corrente I''_2 che dopo il massimo passa per 2,3 salta a I'_2 in 4 (da $\lambda = 1700$ a 1250) e continua per i valori 5, 6.

Il senso di un salto rispetto all'altro dipende dalla posizione del punto di intersezione fra le due curve I_2 rispetto alla zona 2 3 4 7. Se questa comprende questa intersezione la corrente salta tutte e due le volte nello stesso senso.

L'A. passa poi a rilevare l'importanza della forma delle curve A in relazione al grado di accoppiamento. Nel caso limite di K piccolissimo (accoppiamento estremamente lento) le curve A consistono in due orizzontali che al punto di frequenza $\omega_{2 \cdot 0} = \omega_{1 \cdot 0}$ (condizione di risonanza) passano con gomito stretto in una verticale. In questo caso si avrebbe naturalmente coincidenza delle due curve di corrente e quindi la tipica curva di risonanza.

A sua volta le curve del parametro A sono legate al rapporto $\frac{L_1}{C_1}$, che quindi viene ad essere decisivo per la speciale forma dei salti di lunghezza d'onda e d'intensità di corrente. Per certi valori medi di C_2 e L_2 (con costante frequenza propria) si riesce a far quasi fra loro coincidere le due curve di corrente d'antenna. In tali casi si hanno salti minimi di questa, mentre possono permanere forti quelli di lunghezza d'onda, ed anzi può giungersi al fatto che con gli stessi C_2 K ed I_2 si hanno nell'antenna due onde differentissime di lunghezza a seconda che la posizione particolare di C_2 è stata assunta crescendo o decrescendo la capacità variabile.

Effetti analoghi a quelli delle variazioni di $\frac{L_1}{C_1}$ si ottengono per cambiamenti di R_i, cioè della tensione al filamento.

Finalmente si potranno ripetere per I_1 analoghe considerazioni partendo dalla formola per essa ricavata. Anche I_1 farà i salti per variazioni di C_2 in corrispondenza a quelli di I_2, ma I_1 non avrà dei massimi per date posizioni di C_2. Sulla fig. 5 è rappresentato il diagramma dei valori di I_1 in relazione a quelli di C_2; così partendo da

alti valori di C_2 la serie delle I'_1 sarà: I'_1 c d a I''_1; partendo da valori piccoli si avrà I'' a b c I'. (³).

L'A. fa ancora osservare che per completare il suo studio egli avrebbe dovuto estenderlo anche ai passaggi di energia fra valvola, primario e secondario, ma allora egli non avrebbe potuto contentarsi di semplici osservazioni sulla natura dei fenomeni, come finora egli ha fatto, ma avrebbe dovuto porre per base una caratteristica di valvola più esatta. Così pure egli non si è occupato di valori sensibili di corrente di griglia, nè del periodo proprio del circuito di questa, sebbene tali elementi possano in determinate condizioni influire sensibilmente sui vari fenomeni considerati.

F. Li.

*

W. SEITZ — **I salti delle oscillazioni nei circuiti azionati da valvole.** (Jahrb. f. draht. Tel. 1920, vol. XV, n. 6, pag. 460).

L'A. espone i risultati di numerose esperienze eseguite con una valvola montata secondo lo schema della fig. 1, ed intese a rilevare le leggi regolanti le discontinuità, o salti, che si verificano nel modo di variare della corrente I_2 e della lunghezza d'onda λ per effetto di variazioni continue in un senso, o nell'altro, della capacità C_2 e per varie serie di valori degli altri parametri dei circuiti. Lo scopo della ricerca ed i risultati raggiunti concordano con le considerazioni teoriche del Harms (esposte nel riassunto precedente) e ne costituiscono una efficace conferma. Conviene perciò limitarsi a far notare soltanto le constatazioni di interesse pratico.

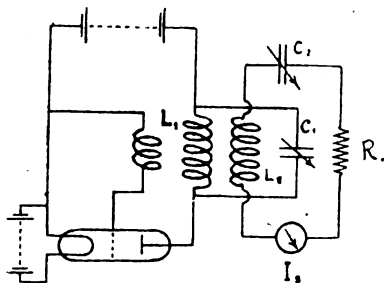



Fig. 1.

1). Le curve della fig. 2 indicano il modo di variare della corrente I_2 (della fig. 1) al variare della capacità C_2 mentre gli altri parametri restano costanti e cioè ($L_1 = 400\,\mu H$, $L_2 = 130\,\mu H$ $R_2 = 19{,}8\,\Omega$) quanto alla capacità C_1 le tre curve si riferiscono a tre diversi valori e precisamente 550, 750 e 950 cm rispettivamente. Sui diagrammi stessi sono altresì indicati mediante cifre i valori delle lunghezze d'onda espressi in m. Esaminando l'andamento dei diagrammi della fig. 2 si nota che coll'aumento di C_1 e C_2, rimanendo costanti gli altri dati, la zona comprendente l'intersezione delle curve I_2 ed i punti di salto, e che chiameremo zona dei salti, tende ad impicciolirsi fino a ridursi ad un punto A (nella curva III). In questo punto si raggiunge una condizione di funzionamento per cui le discontinuità non avvengono più, ma esso è estremamente istabile nei riguardi dei valori della corrente I_2, non è perciò conveniente lavorare in pratica nei pressi di esso. Ma una condizione simile a quella della curva *II* è ancora peggio perchè I'_2 e I''_2 vengono a coincidere quasi fra loro, e si potrà giungere ad una condizione di funzionamento in cui le variazioni di corrente praticamente non sono avvertite, ma restano forti tuttavia i salti nelle lunghezze d'onda.

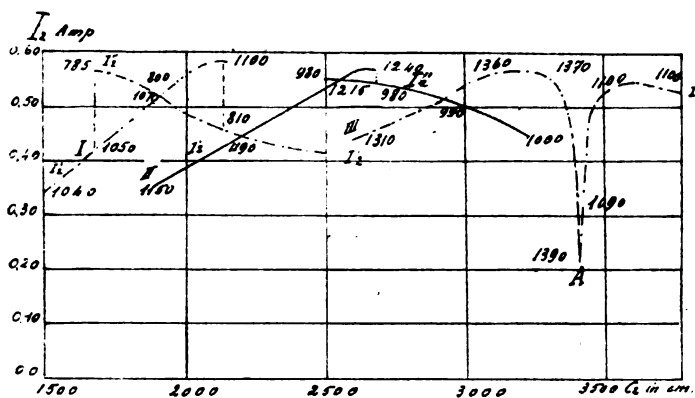



Fig. 2.

2) Aumenti della sola L_2 cambiano i caratteri delle curve nello stesso senso delle diminuzioni di C_2.

3) Una diminuzione di R_2 rende le curve di corrente più ripide, e quindi la zona di salto più grande. Perciò, aumentando R_2 e riducendo così la zona di salto, si può anche in questo caso ottenere che I_2 abbia variazioni non più apprezzabili. Restano tuttavia quelle di λ e però anche questa condizione di funzionamento non è opportuna in pratica.

4) Effetto analogo all'aumento di R_2 produce la riduzione della corrente di filamento.

5) Di importanza massima per i caratteri delle curve è l'accoppiamento dei circuiti 1 e 2. Quanto più esso è lento tanto più è piccola la differenza d'onda fra le due curve di corrente, e la zona di salto; si può ottenere così che il salto di lunghezza d'onda diventi assai piccolo, come ad es. nella curva *II* della fig. 3, (mentre la curva *I* è stata ottenuta in identiche condizioni, ma con accoppiamento più stretto). Si rileva tuttavia che nella curva *II* permangono sensibili discontinuità di corrente, per essere ripide le curve delle I_2, e che perciò questo proporzionamento di costanti dei circuiti non conviene nel funzionamento pratico.

Fig. 3.

6) Le curve *I*, *II*, *III* della fig. 4 riproducono l'andamento delle curve delle I_2 con gli stessi dati con cui è stata rilevata la curva *III* della fig. 2, ma con varii accoppiamenti e precisamente con accoppiamento progressivamente più lento dalla curva *I* alla curva *III*.

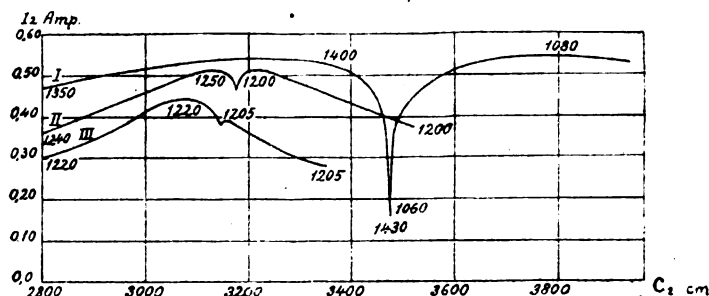



Fig. 4.

Quest'ultima non presenta quasi più alcuna discontinuità nei riguardi della intensità di corrente. Può tuttavia permanere qualche piccola variazione di λ, il che conviene sempre evitare.

7) Aumentando infine l'accoppiamento di griglia si ingrandisce la zona dei salti.

Per la pratica l'A. giunge quindi alla conclusione, che, volendo escludere la probabilità di salti da un'onda all'altra si devono scegliere le grandezze in modo da realizzare la coincidenza dei punti di salto ma badare che i massimi di corrente si distanzino il più che possibile per dare a C_2 una zona estesa di variazioni senza discontinuità (come appare dalle curve *III* fig. 2 e *I* fig. 3 nei tratti lontani dai punti di inversione delle curve). Per una data corrente di griglia,

(³) Questo salto della corrente primaria è stato rilevato e usato a scopo di misure cimometriche da G. PESSION (v. *L'Elettrotecnica* 5 gennaio 1921, vol. VIII, n. 1, pag. 12 e Pubbl. n. 12 dell'I. E. R. T. della R. Marina).

resistenza di antenna e lunghezza d'onda ciò si ottiene facendo C_1 grande in paragone di L_1 e C_2 grande quanto si può rispetto a L_2 e l'accoppiamento abbastanza stretto.

I fenomeni descritti spariscono completamente se in luogo di far funzionare la valvola ad autoeccitazione mediante l'accoppiamento di griglia, la si adopera con eccitazione separata, ossia come semplice amplificatrice, usando un'altra valvola generatrice per agire sulla griglia (¹).

F. Li.

* *

RADIOTELEGRAFIA.

W. BURSTYN — **Fenomeni di accoppiamento nei circuiti di oscillazioni persistenti.** (E. T. Z. 2 dicembre 1920, vol. IXL, n. 48 pag. 951).

L'A. distingue fra i generatori di oscillazioni che hanno una propria frequenza ben definita (come ad es. gli alternatori, azionati a velocità costante) e quelli in cui la frequenza dipende dalle caratteristiche del circuito ch'essi alimentano (come ad es. l'arco Poulsen o la valvola ionica generatrice). Trattando di questi ultimi e specialmente su un solo circuito oscillatorio (fig. 1) con resistenza variabile, al crescere di quest'ultima l'ampiezza della corrente oscillatoria I diminuisce, ma cresce progressivamente la potenza RI^2 tendendo a un massimo che non si può verificare, perchè l'arco si spegne prima di raggiungerlo. Tale massimo corrisponderebbe, secondo esperienze eseguite dall'A. sull'arco, alla condizione in cui la resistenza R del circuito oscillatorio

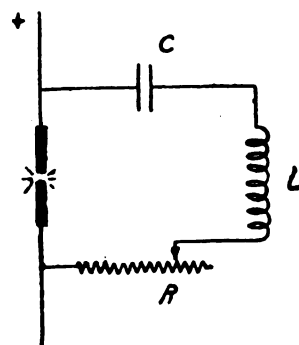
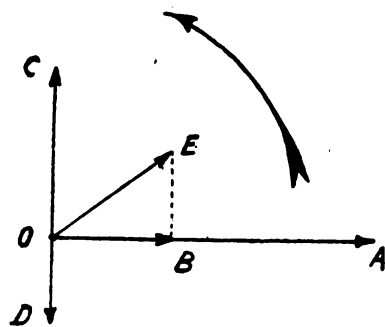



Fig. 1. Fig. 2.

esterno è eguale alla resistenza offerta dall'arco alla corrente alternata, così che la resistenza totale R_t del circuito oscillatorio risulti eguale a $2R$. Per di più tale condizione sarebbe anche quella, in cui il circuito totale cessa di essere periodico. In base alla ben nota teoria della scarica del condensatore si dovrebbe quindi avere

$$\frac{R_t}{2L} = \frac{R}{L} = \frac{1}{\sqrt{LC}} = \omega \qquad \delta = \frac{R}{2Lf} = \pi$$

essendo $\omega = 2\pi f$ la pulsazione propria del circuito esterno e δ il suo decremento logaritmico.

Per lo studio dei fenomeni di oscillazione l'A. sviluppa un sistema di diagrammi che forniscono vettorialmente l'impedenza di un circuito (comprendente R, L, C) in funzione della frequenza. Cominciando dal caso di un solo circuito oscillatorio, è notissimo il diagramma vettoriale (fig. 2), in cui, se la direzione OA caratterizza la fase della corrente, se si costruisce $\overline{OB} = RI$ $\overline{OC} = \omega LI$ $\overline{OD} = \frac{I}{\omega C}$ il vettore $\overline{OE}$ risultante dei tre precedenti rappresenta la tensione applicata, e se infine si è posto $I = 1$ esso rappresenta anche vettorialmente l'impedenza Z del circuito. Se ora si suppone (lasciando invariati R, L, C) di contare su un asse perpendicolare al piano del disegno le frequenze f ovvero le pulsazioni ω e di ripetere per ogni pulsazione ω in un piano parallelo a quello del disegno la costruzione fatta in fig. 2, il punto E, estremo del vettore rappresentativo dell'impedenza, resta sempre nel piano passante per B e perpendicolare ad OA e descrive in esso un ramo di iperbole, che apparisce disegnato in fig. 3 a tratto pieno. In questa figura le ascisse rappresentano le pulsazioni ω e le ordinate le reattanze $X = X_L + X_c$ essendo $X_L = \omega L$ $X_c = -\frac{1}{\omega C}$. Naturalmente, come è ben noto, la reattanza passa per zero in corrispondenza di quel particolare valore di ω che soddisfa alla condizione di risonanza $\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}$. S'intende altresì che se si ammette di poter trascurare la resistenza ohmica R, l'ordinata della fig. 3 ossia la reattanza X si identifica con l'impedenza Z e la sua inversa, ossia la suscettanza $\frac{1}{X}$, con la ammittanza —.

(¹) *L'Elettrotecnica*, 5 ottobre 1920, vol. VII, n. 28, pag. 531 – Bollettino R. T. vol. I, n. 11-12, pag. 280.

Passando ora a considerare il caso dell'accoppiamento induttivo fra il generatore e il circuito oscillatorio (fig. 4 a), l'A. applica il noto artificio di sostituire lo schema equivalente (fig. 4 b) e costruisce

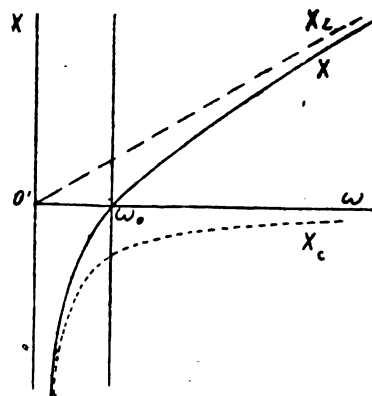
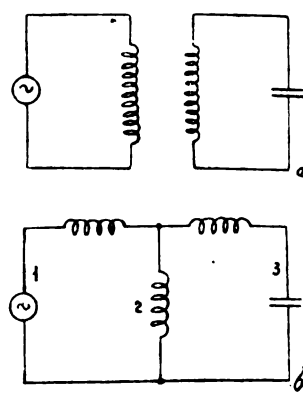



Fig. 3. Fig. 4.

in fig. 5 i diagrammi delle reattanze e delle suscettanze in funzione di ω. Da essi, e particolarmente da quello della reattanza totale X, opposta dall'intero circuito alla f. e. m. del generatore, si rileva come (non avendo tenuto alcun conto delle resistenze) vi siano ora due pulsazioni caratteristiche, l'una ω_0 per la quale la reattanza X è infinita (condizione di risonanza del circuito chiuso 23), l'altra ω_1 per la quale la X è nulla (condizioni di risonanza di tutto il circuito rispetto al generatore). Questa seconda pulsazione è quella che nasce-

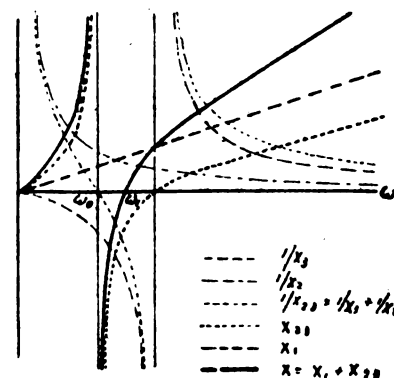



Fig. 5.

rebbe, se il generatore fosse del tipo a frequenza libera (a parte il fatto che lo schema della fig. 4 non sarebbe praticabile nel caso dell'arco Poulsen, per la continuità metallica che stabilirebbe fra i due elettrodi rispetto al circuito di corrente continua di alimentazione).

Ma il caso più interessante è quello in cui ambedue i circuiti accoppiati sono oscillatorii (fig. 6). Anche per questo caso l'A. costruisce i diagrammi, delle reattanze e delle suscettanze e giunge, in

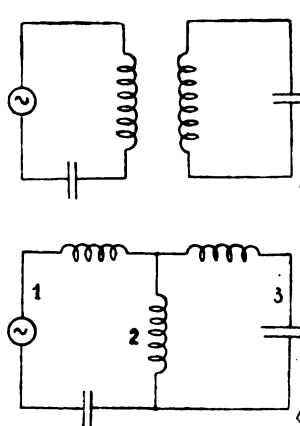
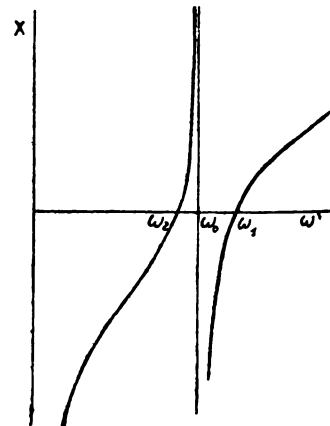



Fig. 6. Fig. 7.

modo analogo a quello tenuto nella fig. 5, a costruire una curva della suscettanza totale X della forma qualitativamente indicata in fig. 7. Da essa si rileva che in questo caso il circuito possiede nel suo insieme due pulsazioni di risonanza ω_1 e ω_2 e una pulsazione intermedia ω_0 per la quale la reattanza è infinita. Questa ω_0 coincide con la frequenza propria dei due circuiti nel caso che questi siano alla risonanza, ossia regolati per la stessa frequenza propria. In questo caso, sempre supponendo nulle le resistenze, il modo di circolare delle due oscilla-

zioni è affatto diverso e precisamente la più rapida (ω_1) corrisponde alla fig. 8 a, e la più lenta (ω_2) alla fig. 8 b.

Quando il generatore è a frequenza libera sono dunque in generale possibili due frequenze, ma tenendo conto approssimativamente delle resistenze ohmiche, l'A. fa vedere che la resistenza equivalente R_1 e R_2 da introdurre nel primario per tener conto di una data resistenza

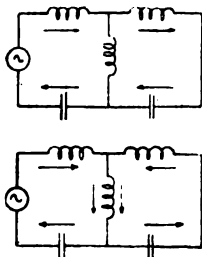



Fig. 8.

secondaria nel caso dell'una o dell'altra delle due frequenze possibili, assume in generale valori assai diversi. Si spiega quindi la tendenza del generatore a produrre una sola oscillazione. In particolare se si suppone di far variare uno degli elementi del secondario, per es. la capacità, e si prende per ascissa $\sqrt{C}$ ossia anche la lunghezza d'onda λ_s propria del secondario, l'A. dimostra come il modo di variare delle due pulsazioni possibili e delle due corrispondenti resistenze equivalenti primarie, dovute a una data resistenza secondaria, sia rappresentato da diagrammi del tipo della fig. 9. L'eguaglianza fra R_1 e R

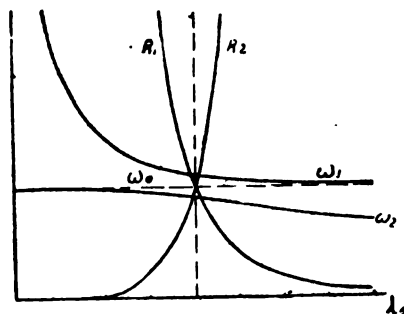



Fig. 9.

corrisponde alla condizione di risonanza. Si comprende così, almeno qualitativamente, come, cominciando con una λ_s molto piccola, si determini l'oscillazione più lenta (ω_1) per la quale la resistenza (R_2) è di gran lunga minore e come, facendo crescere λ_s, la frequenza si abbassi lentamente e la potenza oscillatoria cresca al crescere della resistenza (in base a quanto è stato detto in principio) anche al di là della condizione in cui $R_1 = R_2$. Ma andando ancora oltre, il rapido aumento di R_2 e del rapporto di trasformazione conduce a una condizione, a cui il generatore non può più far fronte per l'eccessiva richiesta di potenza, e allora il sistema passa bruscamente alla pulsazione più rapida ω per la quale la resistenza R_1 è minore di R_2. L'andamento inverso si ha per valori di λ_s discendenti.

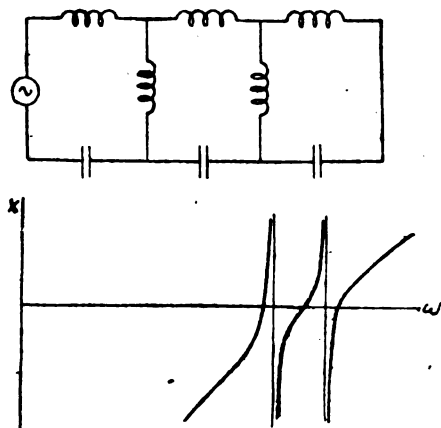



Fig.10.

L'A. accenna infine, come i diagrammi di reattanze e di suscettanze del tipo delle fig. 3, 5 e 7 si possano estendere al caso di circuiti più complessi e afferma che in generale nel caso di più circuiti oscillatori accoppiati (trasformabili in circuiti equivalenti del tipo della fig. 10) il numero delle frequenze di risonanza o frequenze proprie è eguale al numero dei circuiti.

:: :: :: CRONACA :: :: ::

APPLICAZIONI MECCANICHE.

L'energia elettrica nei laminatoi. — In una relazione all'Associazione degli ingegneri elettrosiderurgici americani circa l'uso del vapore o dell'energia elettrica nei laminatoi, G. E. Stolz, della Westinghouse di Pittsburgh ha affermato che l'elettricità dava la forza motrice più economica ed era anche più conveniente dagli altri punti di vista. Come 20 anni fa cominciò a spostare il vapore nei piccoli impianti ora può farlo anche nei grandi. Non occorre che l'energia elettrica sia generata sul posto, perchè le trasmissioni a grandi distanze possono benissimo essere direttamente utilizzate, come si fa, ad es., nei grandi laminatoi della Brier Hill, a Mosier (Ohio), mossi mediante energia elettrica proveniente da 29 km di distanza.

e. m. a.

APPLICAZIONI VARIE.

L'energia elettrica e l'agricoltura. — In Finlandia, i proprietari di terre si agitano per ottenere una maggiore diffusione dell'elettricità nelle zone agricole, ritenendo che essa dia la più conveniente ed economica forza motrice per l'agricoltura. Finora lo Stato non ha fatto nulla, lasciando agire solo le iniziative private. L'esperienza raccolta in Isvezia mostra che ogni regione in cui il 30% del territorio è coltivato, può essere elettrificata con profitto, e in Finlandia questa condizione si verifica per 32 distretti, di cui solo 14 sono forniti di impianti elettrici, mentre che in altri 32 distretti si ha dal 20 al 30% di area coltivata, e di essi solo 17 dispongono di energia elettrica.

e. m. a.

ELETTROMETALLURGIA.

Forni elettrici per ferromanganese. — Al Congresso della Società degli ingegneri minerari e metallurgici americani, tenutosi nel febbraio u. s. a New York, *R. M. Keeney* ha trattato della fabbricazione del ferromanganese al forno elettrico, che ha permesso di ricavare il 72% di manganese da un minerale contenente il 34,8% di questo metallo e il 13,2 di silice. Per ottenere eguali risultati all'alto forno bisognerebbe usare un minerale contenente almeno il 40,33 di manganese e non più dell'8,6 di silice, e consumare almeno 4 volte tanto di carbone. Si può ritenere che con minerale di egual ricchezza in manganese, il forno elettrico ne farebbe ricavare il 5% in più che non l'alto forno. Il costo medio di produzione, quando la disponibilità di materiale ha permesso il lavoro continuo di un forno da 1100 kW, è risultato di L. 952 (oro) per tonn.

Si afferma che si potrebbe ancora ridurre questo costo del 50%, nel caso in cui l'elettrodo continuo Söderberg si mostrasse ben adatto a questi forni e confermasse le sue buone qualità (1).

e. m. a.

ILLUMINAZIONE.

Sulla orientazione della fiamma dell'arco dei proiettori. — In seguito alla pubblicazione, su questo giornale, (quest'anno, pag. 410, 25 giugno) dalla recensione di uno studio del Yorke sulla orientazione della fiamma nell'arco dei proiettori elettrici, l'Ing. A. Nascia, capo del laboratorio elettrico del R. Arsenale di Pola, ci comunica le seguenti notizie su di un dispositivo del genere da lui ideato ed applicato per scopi militari fin dal 1918, allorquando, con l'introduzione degli archi ad alta densità di corrente, sorse la necessità di dover invertire la direzione della fiamma degli archi dei proiettori, per evitare ch'essi illuminassero troppo intensamente il terreno antistante.

Nella sua forma più semplice il dispositivo è costituito da una spira posta in un piano verticale parallelo a quello determinato dai porta carboni e dai carboni (fig. 2). Tale spira, inserita nel circuito dell'arco là dove la corrente entra in uno dei porta carboni, è fissata al sostegno dell'oscuratore.

La direzione della corrente in questa spira è contraria a quella nel circuito della lampada propriamente detta. Pertanto, le azioni elettrodinamiche che nascono fra questi due circuiti sono ripulsive. Essendo l'arco un elemento mobile del circuito, tali azioni si risolveranno in uno spostamento di questo. Sull'arco agiranno due complessi di forze; uno dovuto alle azioni delle correnti del circuito proprio della lampada che, come è noto, tende a spingere l'arco in modo da rendere massima l'area delimitata dal circuito; un altro dovuto alle azioni fra la corrente del circuito ausiliario impiegato (spira) e quella dell'arco.

Sarebbe facile dimostrare che, quando la spira è simmetrica rispetto all'arco, la risultante di tutte le forze agenti per la presenza di questa spira sull'arco è verticale, diretta in senso contrario alla

(1) Vedi questo giornale, N. 11, vol. VIII, 15 aprile 1921, pag. 251.

precedente e di intensità maggiore di quella. L'arco sarà pertanto spinto in basso. Qualora si volesse dare all'arco una direzione diversa, basterebbe spostare la spira verticalmente nel proprio piano.

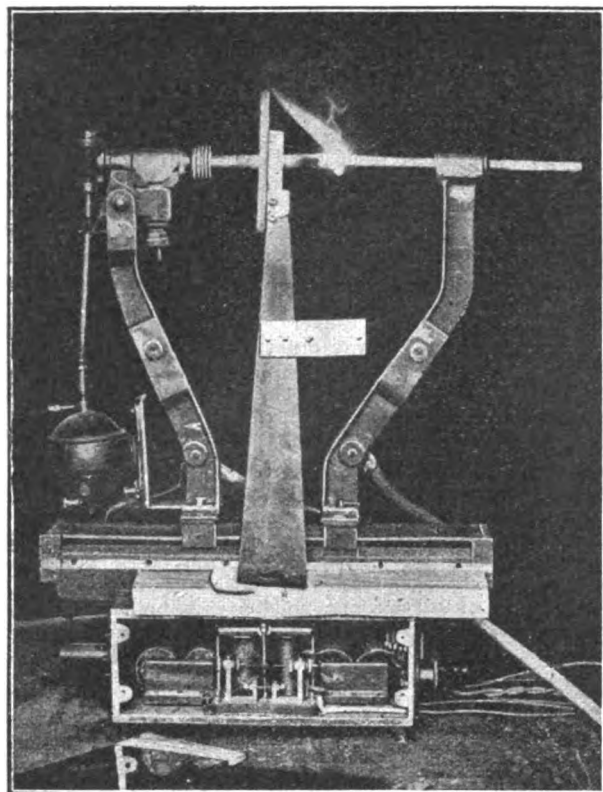



Fig. 1.

In tal caso, alterata la simmetria della spira rispetto all'arco, la risultante di tutte le forze dovute ad essa non sarebbe più verticale, nè lo sarebbe più la risultante generale e la fiamma assumerebbe una posizione diversa; tale posizione è quindi regolabile a volontà.

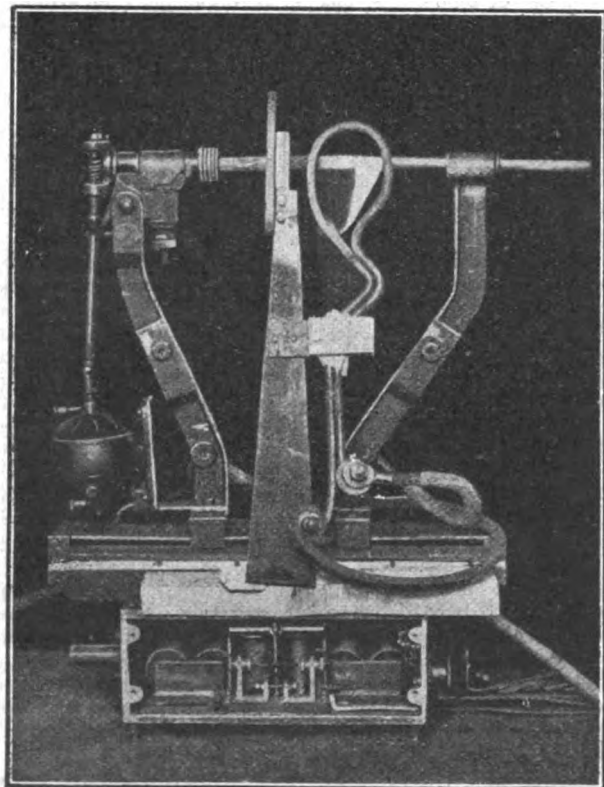



Fig. 2.

L'effetto prodotto dalla ventilazione non modifica sostanzialmente la cosa, ed in ogni caso può compensarsi disponendo opportunamente la spira.

L'impiego del dispositivo su descritto oltre a dare la possibilità di dirigere la fiamma nei proiettori con carboni ad effetto (Sperry e Salmoiraghi) sostituisce più efficacemente il magnete direttore impiegato finora nei proiettori ordinari.

Le fotografie riportate si riferiscono ad una lampada Salmoiraghi con carbone positivo rotante e ad effetto. La fig. 1 mostra l'andamento della fiamma nel proiettore semplice, la fig. 2 quello quando sia stata applicata alla lampada una spira ovalizzata con l'asse maggiore quasi verticale di mm 115 ed avente la massima larghezza di mm 70 e distante dall'arco mm 60 circa. Non sarà inutile rilevare che il dispositivo descritto può essere facilmente applicato o rimosso a volontà ad ogni proiettore, non occorrendo alcuna modifica per la sua installazione.

MATERIALI.

Efficacia relativa dei rivestimenti metallici di protezione del ferro e dell'acciaio (The Electrician, 8-7-21). — I rivestimenti metallici per proteggere il ferro e l'acciaio dalla corrosione si possono dividere in elettropositivi ed elettronegativi.

I primi sono elettropositivi rispetto al ferro e all'acciaio sottostanti come lo zinco, l'alluminio e l'ottone. I secondi elettronegativi rispetto al ferro o all'acciaio, come il piombo, lo stagno, il rame e il nichel, rappresentano una protezione soltanto finchè i rivestimenti rimangono intatti; una volta penetrati, la corrosione avviene più rapidamente che se non vi fosse rivestimento. Da ciò deriva il pericolo di rivestire il ferro e l'acciaio con un rivestimento di protezione negativo, per es. filo di acciaio con piombo, poichè il rivestimento rimane intatto mentre la corrosione progredisce al disotto del rivestimento. Si può quindi limitare la discussione sull'efficacia relativa ai rivestimenti elettropositivi, che sono i soli rivestimenti metallici di protezione di valore commerciale. La ragione per cui lo zinco è il metallo più generalmente usato è che esso è elettropositivo rispetto al ferro e all'acciaio.

I rivestimenti di zinco si possono applicare con quattro metodi: (1) l'immersione nello zinco fuso; (2) la sherardizzazione; (3) l'elettrozincatura; (4) lo spruzzamento.

Immersione nello zinco fuso. — Questo metodo è il solo attualmente applicato con successo per i serbatoi e per le lamiere striate. I vantaggi principali del processo consistono nella sua azione saldante che rende stagni gli oggetti composti, nella sua rapidità, e nel considerevole spessore di zinco che si ottiene, salvo il caso di fili o lamiere, per i quali la maggior parte del rivestimento può essere tolta, lasciando una semplice pellicola. I principali inconvenienti del processo sono per contro i seguenti: il rivestimento non è legato, o amalgamato con la superficie; il processo può essere applicato economicamente soltanto su vasta scala e con continuità; lo spreco di zinco è considerevole; il sale ammoniaco impiegato come fondente è costoso e contribuisce ad iniziare la corrosione; il rivestimento non è molto aderente. L'effetto di pagliettatura dato alle lamiere galvanizzate a caldo, invece di essere vantaggioso dal punto di vista della protezione, rappresenta un inconveniente, e varî tecnici che hanno studiato l'argomento prescrivono ora che le lamiere di ferro galvanizzato non siano pagliettate. La pagliettatura si ottiene talvolta con l'aggiunta di una piccola quantità di stagno, la quale non è vantaggiosa. Facendo una sezione attraverso la pagliettatura, si trova che lo spessore dello zinco è molto minore in alcuni punti che non in altri.

Sherardizzazione o galvanizzazione a vapore. — Questo processo consiste nell'introdurre il ferro o l'acciaio nella polvere di zinco, che è un sottoprodotto delle fonderie di zinco, in un tamburo chiuso, e nel riscaldare per parecchie ore ad una temperatura inferiore di varie centinaia di gradi a quella impiegata per il processo con lo zinco fuso. I vantaggi principali sono: il rivestimento di zinco è distribuito in modo perfettamente uniforme, in modo che si possono zincare parti filettate o lavorate; lo zinco si amalgama con la superficie; la temperatura impiegata è più bassa di quella occorrente per il processo a fusione; la superficie ottenuta si presta perfettamente alla verniciatura; il costo del procedimento è minore e il lavoro può essere intermittente. I principali inconvenienti sono: non vi è azione saldante e il processo non si può impiegare per rendere stagni i recipienti; se si impiega una temperatura troppo bassa, il rivestimento può risultare troppo sottile e inefficace.

Elettrozincatura. — Questo processo consiste nell'immergere il ferro o l'acciaio che si deve rivestire di zinco in vasche contenenti una soluzione di solfato di zinco, collegando il ferro o l'acciaio da zincare col polo negativo di una dinamo e una lastra di zinco col polo positivo. I principali vantaggi del processo sono che esso si può effettuare a freddo e che si possono rivestire oggetti di grandi dimensioni. I principali inconvenienti sono: il rivestimento di zinco non è uniforme ed ha spessore maggiore nelle parti sporgenti che non in quelle rientranti; inoltre se l'operazione non è condotta molto accuratamente lo spessore dello zinco può risultare insufficiente.

Processo di spruzzamento. — Questo processo consiste nello spruzzare zinco fuso sulla superficie da rivestire per mezzo di aria o di un gas riducente od inerte, ed ha il vantaggio di poter essere applicato a strutture di ferro ed acciaio già messe in opera; è però molto costoso e il rivestimento risulta poroso.

Qualora si tenga presente la grande importanza di un'efficace protezione del ferro e dell'acciaio dalla corrosione, e le ingenti somme spese annualmente per la manutenzione delle strutture di ferro e per il ricambio di parti dovuto a corrosione, non si comprende come la

questione non abbia richiamato maggiore attenzione. Essa offre un utilissimo campo di ricerche analoghe a quelle che si stanno facendo in relazione alla corrosione dei tubi dei condensatori. Non si hanno attualmente mezzi per determinare in modo pratico lo spessore dei rivestimenti di zinco. La prova col solfato di rame, mediante l'immersione in una soluzione satura di solfato di rame, quantunque ancora frequentemente adottata, è priva di valore per i rivestimenti di zinco applicati con l'elettrozincatura o la sherardizzazione. La prima ricerca dovrebbe quindi riguardare una prova normale da officina per determinare lo spessore dei rivestimenti di zinco; successivamente si dovrebbero stabilire le prove di corrosione e di durata. Molte prove finora studiate sono risultate di piccola o di nessuna utilità, perchè lo spessore dei rivestimenti di zinco non si è determinato con metodo applicabile nell'ordinaria pratica commerciale. Una superficie elettrozincata può avere una pellicola sottilissima di zinco distribuito uniformente, mentre una superficie galvanizzata a caldo può avere una quantità di zinco cinque volte maggiore ma distribuita senza nessuna regolarità; è quindi evidente che una prova ordinaria, non preceduta da una prova pratica per determinare lo spessore e la distribuzione uniforme del rivestimento, ha ben poco valore.

E. C.

TRAZIONE E PROPULSIONE.

Navi da guerra con propulsione elettrica. (Engineering, 29-7-21). — La super-dreadnought Maryland della marina nord-americana ha recentemente ultimato le sue prove preliminari con risultato soddisfacente. La Maryland è la terza in ordine di ultimazione delle navi da guerra americane con propulsione elettrica. Essa ha uno spostamento di 32 600 tonn, una lunghezza di 190 m, una velocità a tutta forza di 21 nodi, e un raggio di 10 000 miglia alla velocità di crociera. Il macchinario per la propulsione è costituito da due turbo-alternatori Curtis, sviluppanti ciascuno 11 000 kW a 2030 giri al minuto, i quali alimentano quattro motori ad induzione da 7000 HP a 170 giri, direttamente accoppiati con le quattro eliche. I motori hanno m 3,65 di diametro e pesano 62 tonn. Ciascuno dei turboalternatori è capace di dare alla nave la velocità di 17 nodi. Il vapore è fornito da otto caldaie a nafta ed i serbatoi di nafta hanno una capacità di circa 6,3 milioni di litri. Le applicazioni elettriche hanno estesa applicazione in tutte le parti della nave, e l'impianto elettrogeneratore relativo è costituito da sei turbodinamo di 300 kW. Altre quattro navi del tipo Maryland sono in corso di ultimazione, insieme a sei navi da battaglia di 43 000 tonnellate e 60 000 HP ed a sei incrociatori da battaglia di 180 000 HP, e tutte queste navi avranno la propulsione elettrica.

E. C.

✶

La saldatura dei giunti di rotaie. — La Commissione che, presso l'Associazione delle Ferrovie elettriche americana, studia i giunti saldati nelle rotaie, constatando che per essi l'uso della saldatura elettrica è divenuto affatto comune e che è importante conoscere le caratteristiche del metallo saldato, ha chiesto al Bureau of Standard di Washington di preparare un programma di ricerche sui vari tipi di saldature, in rapporto alla pratica ferroviaria.

c. m. a.

VARIE.

Distributore automatico di caramelle per vetture tramviarie. (E. R. J. - 23 Aprile 1921 - pag. 774). — In America sono stati fatti esperimenti di vendita di caramelle sulle vetture tramviarie a mezzo di speciali distributori automatici. Tali apparecchi sono costruiti in acciaio, pesano circa 1,5 kg e sono montati sulle pareti delle vetture negli intervalli fra i finestrini. Il primo esperimento venne fatto su 48 vetture della rete urbana di Little Rock e da esse l'impresa appaltatrice introitò in un anno circa 140.000 lire (dollaro alla pari), cifra che corrisponde ad una percentuale di acquisto del 4% sul totale dei passeggeri trasportati da tali vetture.

Il contratto fra l'impresa e l'azienda tramviaria prevede il versamento a quest'ultima di una percentuale degli introiti a compenso del diritto di istallazione degli apparecchi e, secondo le previsioni dell'impresa, fissando la percentuale al 10%, le compagnie tramviarie potrebbero fare assegnamento su un introito annuo di 37-40 mila lire per ogni 100 vetture provviste di distributori automatici.

(g. a. r.)

✶

Misura della velocità dei proiettili. — E' noto che la misura della velocità di un proiettile si esegue di solito registrando con un dispositivo cronografico ad azionamento elettrico l'intervallo di tempo, che separa i passaggi del proiettile attraverso due schermi o telai, posti a distanza conveniente lungo la sua traiettoria. In tali passaggi il proiettile interrompe, ovvero chiude, mediante opportuni dispositivi, un circuito elettrico. Secondo recenti notizie L. T. E. Thompson sarebbe riuscito a rendere pratico un metodo di misura, in cui il proiettile non deve venir in contatto con alcun corpo, ma deve semplicemente attraversare due fasci luminosi. Con grandi perfezionamenti dell'apparato registratore basterebbe osservare i due passaggi a distanze minime (da 1 a 2 metri), potendosi fare in modo soddisfacente la misura dell'intervallo di tempo fino al milionesimo di secondo.

:: Note Economiche, Statistiche e Finanziarie ::

Rassegna delle Società Elettriche dal maggio all'agosto 1921.

Bilanci e dividendi.

Soc. Nazionale per lo sviluppo delle Imprese Elettriche — Milano — Cap. L. 20.000.000.

La Relazione informa che il reddito medio del portafoglio si avvicina al 7%. L'utile netto dell'esercizio è stato di L. 1.893.999.28 che consente un dividendo lordo di L. 21 per azione.

Soc. An. Orobia — Lecco — Capitale L. 12.000.000.

La Relazione dà notizie sui lavori in corso per aumentare le disponibilità di energia. Il bilancio si è chiuso con un utile netto di L. 1.168.797.20 che permette un dividendo dell'8%.

Soc. Elettrica Padana — Ferrara — Capitale L. 6.000.000.

Il primo esercizio di questa Società, pur avendo dato risultati soddisfacenti, per cause impreviste non ha potuto distribuire alcun dividendo. L'utile netto di L. 6.176.92 è stato portato a nuovo.

Soc. Generale Elettrica dell'Adamello — Milano — Capitale L. 100.000.000 - versate L. 75.000.000.

Il bilancio si è chiuso con un utile netto di L. 4.965.902.10 che consente di distribuire un dividendo dell'8%.

Soc. Forze Idrauliche della Maira — Genova — Capitale L. 11.000.000.

L'esercizio chiuso al 31 marzo 1921 non permette la ripartizione di alcun dividendo.

Soc. An. Forze Idrauliche di Trezzo sull'Adda « Benigno Crespi » — Milano — Capitale L. 10.000.000.

L'esercizio si chiude con un utile netto di L. 937.057.04 che permette di distribuire un dividendo di L. 21 per ogni azione da L. 250.

Soc. Messinese per Imprese Elettriche — Messina — Capitale L. 4.000.000.

Ad onta di gravi difficoltà incontrate nell'esercizio che si chiude, l'utile netto realizzato in L. 267.190.28 permette di assegnare un dividendo del 6%.

Soc. Siracusana di Elettricità — Siracusa — Capitale lire 1.750.000.

Nell'esercizio chiuso al 31 dicembre 1920 ha avuto un utile netto di L. 119.696.68 sul quale distribuisce un dividendo del 6%.

Soc. Idroelettrica Ligure Meridionale — Genova — Capitale L. 550.000.

Chiude l'esercizio al 31 dicembre 1920 con un utile netto di L. 86.460.23 che permette un dividendo di L. 20 per ogni azione.

Variazioni di Capitale.

Soc. An. Piemonte Centrale di Elettricità. — Il tribunale ha omologato l'aumento del Capitale a 15 milioni e la fusione di questa Società con l'« Anonima Fulgor », con la « Idroelettrica Bistagnese » e con la « Canellese ».

La *Soc. Volsinia di Elettricità* — Roma — ha aumentato il capitale da 5 a 6 milioni mediante l'emissione di 2000 azioni da L. 500 in opzione agli azionisti.

La *Soc. Idroelettrica Comacina* — Como — ha portato il capitale da L. 500.000 a 4 milioni mediante emissione di 35.000 azioni da L. 100.

La *Soc. Idroelettrica dell'Ossola* — Milano — ha aumentato il capitale da L. 630.000 a L. 2.000.000 con l'emissione di 13.700 azioni da L. 100.

La *Soc. Idroelettrica Valle d'Aosta* — Torino — ha portato il capitale da L. 1.200.000 a L. 6.000.000 mediante 48.000 azioni da L. 100.

La *Elettricità e Gas* di Novi Ligure ha aumentato il capitale da 1 milione a L. 2.500.000 e successivamente a L. 5.000.000.

La *Soc. An. per l'illuminazione elettrica ed a gas di Cernobbio ha aumentato il capitale da L. 101.850 a L. 213.500.*

La *Soc. Italiana per l'utilizzazione delle forze idrauliche del Veneto* (Cellina) aumenta il capitale da L. 2.500.000 a L. 4.000.000 mediante emissione di azioni da L. 175.

La *Soc. An. Impresa Elettrica di Riccione* in Riccione porta il capitale a L. 400.000.

La *Soc. Elettrica Comense A. Volta* di Como riduce il capitale da 8 a 4 milioni mediante diminuzione del valore nominale delle azioni da L. 100 a L. 50 e assegnazione ai soci di attività sociali e precisamente di 40.000 azioni da nominali L. 100 della Società Idroelettrica Comacina.

La *Soc. Elettrica Interprovinciale di Verona* porta il capitale da 3 milioni a L. 10.500.000 con l'emissione di 125.000 azioni da L. 60.

La *Soc. An. Impianto Elettrico Aviglianese* di Avigliana porta il capitale da L. 200.000 a L. 500.000 mediante emissione di 6000 nuove azioni da L. 50.

Costituzioni di Società.

Si è costituita in Milano la *Compagnia Generale di Elettricità* per l'industria e il commercio del macchinario elettrico, con un capitale di L. 1.000.000 in 4000 azioni da L. 250.

In Sant'Olcese (Genova) si è costituita la *Soc. An. Azienda Idroelettrica di Sant'Olcese* per produzione e distribuzione di energia.

Si è costituita in Milano la *Soc. An. Siemens* per costruzione di impianti elettrici, col capitale di di L. 2.500.000.

Si è costituita in Bari la *Soc. An. Forza e Luce* per produzione e distribuzione di energia con capitale da L. 1.930.000.

A Padova si è costituita la *Soc. Elettrica del Veneto Centrale* con capitale di 10 milioni distribuito in azioni da L. 100.

NOTE STATISTICHE.

Movimento delle Società Commerciali nel 1920.

L'Ing. D. Civita nella « Impresa Elettrica » esamina la situazione finanziaria e commerciale.

Riassumiamo brevemente le considerazioni dell'Ing. Civita.

La Direzione Generale del Credito e delle assicurazioni private del Ministero per l'Industria e il Commercio, pubblica la solita monografia sul movimento delle Società commerciali durante il 1920, dovuta alla solerzia dell'avv. Giuseppe Manzone. Da questa monografia si rileva che durante il 1920 il valore totale degli investimenti, destinati alle Società commerciali, si aggira intorno ai 5 miliardi, che sommati ai 12 miliardi e più, rappresentanti l'intera massa di investimenti societari a tutto il 1919, formano un totale di più di 17 miliardi. Nel solo anno 1920 la somma degli investimenti corrisponde all'intera massa patrimoniale di capitale sociale posseduta da tutte le Società del Regno prima della guerra. L'aumento di quasi 5 miliardi avutosi nel 1920 supera di più del triplo la media degli investimenti del quinquennio precedente. Se si pensa a ciò, e si tiene presente che la media degli investimenti annuali prima della guerra si aggirava intorno a 200 milioni, si ha un'idea abbastanza chiara dello sviluppo imponente conseguito dalle industrie nostre, specialmente in questi ultimi anni. Nel 1920 il fenomeno del concentramento di capitali si andò accentuando. Basta, per dimostrarne l'entità, mettere in raffronto le cifre dei capitali destinati alle nuove costituzioni con quelle relative agli aumenti. Per le Società di nuova costituzione, in numero di 1193, fu raccolto un miliardo e più di lire, con una media quindi per Società di poco più di un milione.

Mentre delle Società esistenti appena 765 hanno aumentato il proprio capitale, ma in una cifra molto superiore con una media di 4 milioni e più per Società. E così la media degli aumenti di fronte alle costituzioni risulta nella proporzione come di uno a quattro. Tale fenomeno di concentrazione in taluna delle categorie è ancora più appariscente, per esempio nel gruppo bancario. Nel 1920 si sciolsero 191 Società.[1] I disinvestimenti ammontarono a L. 243.051.168 di cui L. 105.509.540 per liquidazione di 191 Società. Il gruppo che ha assorbito maggior copia di capitali, sia durante il 1920 che per tutto il quinquennio è il ramo bancario. Il totale di investimenti in questo gruppo verificatosi nel quinquennio 1915-19 ammonta a L. 878.005.605, nel 1920 ammontò a L. 995.134.100. Dell'intera massa di capitale destinata al gruppo delle Società di credito in L. 2.673.993.920, 1 miliardo e 65 milioni appartengono ai 4 grandi Istituti: Banca Commerciale, Banca di Sconto, Credito Italiano e Banco di Roma.

Il gruppo delle Agrarie durante il 1920 si arricchì di lire 131.551.391 di nuovo capitale, e nel quinquennio 1915-19 di lire 249.898.858. Le industrie alimentari assorbirono nel 1920 lire 149.302.633 di nuovi capitali, e nel sessennio 1915-20 L. 514.488.133. I capitali investiti in questa industria ammontano complessivamente a 882 milioni di lire. Nelle imprese assicuratrici nel 1920 furono investite L. 86.200.000, e nel sessennio L. 324.775.900, nelle vetrerie nel 1920 L. 77.582.500 e nel sessennio lire 157.150.500, nelle chimiche nel 1920 L. 621.305.500 e nel sessennio L. 1.167.829.690, negli esercizi commerciali nel 1920 L. 329.063.000 e nel sessennio L. 61.676.600, nelle comunicazioni e traffici nel 1920 L. 370.667.550 e nel sessennio L. 1.551.019.950, nelle costruzioni, uno dei più modesti gruppi, nel 1920 L. 65.535.000, e nel sessennio L. 132.174.388, nelle elettriche nel 1920 L. 387.289.350 e nel sessennio lire 1.229.812.410, nelle meccaniche e metallurgiche nel 1920 lire 658.401.500 e nel sessennio L. 2.564.341.300 (il cap. preesistente al 1914 di queste industrie ammontava complessivamente a sole L. 579.507.620), nelle minerarie nel 1920 L. 157.985.000 e nel sessennio L. 531.910.325, nelle tessili nel 1920 L. 541.120.000 e nel sessennio L. 8.558.100.275 (prima della guerra i capitali investiti in queste industrie ammontavano a L. 478.420.791. Durante il 1920 il capitale estero ha dimostrato una certa perplessità ad occuparsi in Italia; domandarono l'autorizzazione di operare nel Regno 10 Società per l'importo di L. 16.785.000.

Nelle sue conclusioni la pregevole monografia, dice: « Gli aumenti che in qualche anno come, per esempio, nell'ultimo esaminato, assumono dimensioni gigantesche stanno a dimostrare che la nostra industria è animata da una forza sana e da una dinamica nel periodo di sviluppo, e che i nuovi capitali raccolti serviranno a tenere vive tutte le fonti della produzione nazionale. Pure ammettendo che alcune industrie, specie quelle pesanti come la Metallurgica e la Meccanica, stiano attraversando momenti difficili, tutte le altre hanno nel complesso finora dato risultati favorevoli, nonostante il persistente alto costo delle materie prime, e non accenni a diminuire sufficientemente la contrazione del consumo. L'ininterrotto aumento del capitale azionario viene considerato, insieme ad altri elementi, come il ridursi dello sbilancio commerciale ed il continuo progredire dei risparmi, come un sintomo sicuro che si sapranno vincere le sfavorevoli condizioni nelle quali si svolge ogni attività industriale ed economica.

Non pochi fattori, compreso il non meno importante, quale, per esempio, il maggior gettito delle imposte, concordemente lavorano perchè la nostra industria attraverso la tranquillità che attende da un lavoro operoso, lontano da ogni convulsione di scioperi, possa presto guadagnarsi la florida vitalità cui aspira e cui ha diritto. Le grandi cifre, tutto il movimento economico che si concreta con numeri sempre più appariscenti in tutti i campi dell'attività industriale danno bene a sperare che il grande fenomeno di assestamento — in conseguenza della guerra — possa realizzarsi con relativa rapidità e senza allarmanti scosse ».

La situazione finanziaria delle Ferrovie dello Stato.

Togliamo dal « Bollettino di notizie economiche » pubblicato dall'Associazione fra le società italiane per azioni e dalla Confederazione generale dell'industria italiana, le seguenti interessanti notizie sul bilancio della azienda delle FF. SS.

Ricordato che dalla metà dello scorso novembre sono in vigore gli attuali enormi aumenti delle tariffe di trasporto, la nota mette a raffronto i prodotti del traffico conseguiti dall'amministrazione nei bimestri dal novembre stesso all'aprile 1921, questo essendo l'ultimo mese, per il quale si hanno notizie ufficiali, con gli eguali prodotti conseguiti nei bimestri corrispondenti del precedente esercizio (1919-1920) durante i quali, come è noto, gli aumenti delle tariffe furono molto minori.

I proventi del traffico.

Risulta dal suddetto raffronto che rispetto ai periodi corrispondenti dell'esercizio 1919-1920 i prodotti sono aumentati nelle seguenti misure:

Novembre-dicembre 1920	+ 204.9 mil.
Gennaio-febbraio 1921	+ 182.4 mil.
Marzo-aprile 1921	+ 127.2 mil.

Così, nel secondo bimestre, in confronto del primo, abbiamo l'11 per cento in meno e nel terzo il 28 per cento.

In particolare, i prodotti dei viaggiatori discendono, rispettivamente, al 23 ed al 58 per cento in meno. Un miglioramento si nota in quelli della grande velocità: il secondo bimestre segna la diminuzione del 67 per cento e il terzo quella del 43 per cento.

Invece i prodotti della piccola velocità ordinaria dal 6 per cento in più nel secondo bimestre passano al 28 per cento in meno nel terzo.

Si trasporta meno.

Era stato, preveduto che il disavanzo del 1920-21 si sarebbe contenuto nei limiti di 800 milioni circa, e che nell'esercizio 1921-22 si sarebbe raggiunto il pareggio.

Se non che, la depressione dei prodotti, quale si è venuta accentuando dall'ultimo bimestre 1920 al secondo bimestre 1921, sta già di per sè, a dimostrare la fallacia delle allettanti e carezzevoli previsioni, sia rispetto all'esercizio 1920-21, sia rispetto a quello 1921-22.

Noi siamo in presenza di una contrazione di traffico, cioè di una rarefazione dell'alimento stesso dei prodotti. Ed è certo che, per una parte, essa è anche dovuta agli enormi aumenti delle tariffe, i quali obbligano le industrie e il commercio a limitare il movimento delle materie e dei prodotti sulla rete dello Stato allo stretto necessario, o a ricorrere ad altri mezzi di trasporto, in specie ai servizi di camions che nelle località di pianura funzionano numerosi.

Le spese pel personale.

Per contro, la spesa del personale si è venuta stabilizzando in proporzioni addirittura fantastiche.

Secondo una relazione presentata al recente congresso dell'Unione dei funzionari delle Ferrovie dello Stato, il numero degli agenti è passato da 150.000 al 30 giugno 1914 a 211.000 al 31 marzo 1921 con un aumento del 41%.

E tenuto conto delle nuove assunzioni si arriverà fra non molto, a 250.000 agenti; con un aumento, perciò, del 67 per cento sul 1914.

Ora l'aumento numerico degli agenti — rileva la ricordata relazione — è in assoluta contraddizione con i chilometri-treno esercitati. Infatti, mentre nel 1913-14 si ebbero 118.356.000 chilometri treno, nel biennio 1917-1919 si discese a 92 milioni in media; ed anche attualmente è al disotto dei cento milioni. Così che, per ogni milione di chilometri-treno, il numero degli agenti è salito da 1.243 nel 1913-14 a 1.878 secondo la relazione dell'on. Bianchi — in una spesa annua di personale che ammonta a circa 1.950 milioni, cioè a circa 20 milioni per ogni milione di chilometri-treno.

1300 milioni di deficit.

Si dichiara, negli ambienti ferroviari, che il bilancio 1920-21 si è chiuso con un disavanzo di 1.300 milioni; per modo che la previsione di 800 milioni circa sarebbe stata consuntivamente superata di 500 milioni.

Ora, — conclude la nota del «Bollettino di notizie economiche» — la spesa del personale sta a dimostrare che essa sopratutto costituisce il tarlo roditore del bilancio della Azienda ferroviaria dello Stato. Se, dunque, non si pone mano, coraggiosamente e risolutamente, alla riduzione di tale spesa, sotto ogni forma, altro mezzo non esiste per conseguire effettivamente il pareggio. Le tariffe di trasporto non possono essere ulteriormente aumentate. L'attuale contrazione del traffico contiene un insegnamento, del quale occorre tenere stretto conto.

RASSEGNA ECONOMICA DEL MESE DI AGOSTO.

Ferve nei giornali politici una cortese polemica fra gli economisti a proposito della restaurazione del nostro bilancio. L'on. Meda, ha lanciato a più riprese, dalle colonne del *Corriere d'Italia* un invito che non è stato lasciato cadere. *Occorre ristaurare l'autorità dello Stato*, egli dice e poi soggiunge anche: *è urgente ristaurarne le finanze.*

Alla polemica hanno preso parte l'on. Ancona, il prof. Rocco, il prof. Luigi Gaddi, il prof. Borgatta ed altri.

L'on. Einaudi ha preso subito posizione critica contro l'on. Meda, cercando di mettere in burletta certe sue affermazioni sulla rivalutazione della nostra lira.

L'on. Meda vede la soluzione del problema attraverso nuove imposte: dividendo i quattro miliardi di disavanzo fra i 40 milioni di cittadini italiani e ripartendoli sui 365 giorni dell'anno. l'on. Meda giunge alla conclusione aritmetica che l'onere sarebbe stato soltanto di pochissimi centesimi al giorno per ogni cittadino.

A questa teoria dell'on. Meda il senatore Einaudi aveva così risposto:

«I contribuenti perderebbero 4 miliardi all'anno, ed in perpetuo, per guadagnare 4 miliardi per una volta tanto, o tutto al più per due volte. Il conto non torna.

I contribuenti dovranno pagare i 4 miliardi di imposta ogni anno ed in perpetuo, od almeno per una lunghissima serie di anni. L'on. Meda suppone infatti che il pareggio sia ristabilito in modo permanente e non per un anno solo. Contro a questo sacrificio annuo, e ripetuto, quale compenso i contribuenti otterrebbero? La rivalutazione per una volta tanto della loro moneta da dodici a sedici miliardi. Supponiamo anzi, che per virtù del pareggio riconquistato la moneta vada alla pari. Avremo un secondo ricupero, per un anno successivo, da 16 a 20 miliardi. E poi fermo lì. Immagino che l'on. Meda si arresti nelle sue aspirazioni ad un ritorno della lira al suo pieno valore antico. La mente si smarrisce, qualora si volessero indagare gli effetti di una rivalutazione più accentuata».

A questa obbiezione l'ex ministro Meda così risponde: «Ma è proprio vero che, dato l'effetto della rivalutazione monetaria, essa costituirebbe un beneficio limitato all'anno (e perchè non al giorno?) in cui si verificasse? Io so bene che come massa collettiva statica la moneta rappresenta una ricchezza che è sempre la medesima: ma, considerata come medio circolante rappresentativa dei redditi di qualsiasi natura, essa nelle mani dei singoli capita ogni settimana, ogni mese, ogni anno. Allorchè quindi essa si rivaluta, possiede una maggiore capacità d'acquisto, che non perde più, fino al giorno in cui non incominci il fenomeno inverso».

La polemica, messa in questi termini così cattedratici potrà continuare per un pezzo. Noi, e da moltissimo tempo, non abbiamo mai condiviso la teoria di coloro che ritengono che una svalutazione generale potrebbe portare al pareggio, e non l'abbiamo condivisa perchè da un pezzo si è verificata una disarmonia in tutti i parametri economici che è oramai difficile potere annullare rapidamente, e forse non si annullerà mai del tutto.

Se consideriamo il cambio col dollaro, questo oggi ha il parametro di 4.6, ossia la nostra lira vale solo 21.8 centesimi (oro). Nel bilancio statale rispetto al 1913-14 il parametro delle entrate è di 5.6, quello delle spese di 7.3.

Le entrate quindi in relazione al parametro del cambio sono in aumento effettivo rispetto al periodo prebellico, ma assai più in aumento sono corrispondentemente le spese. Dal punto di vista dei contribuenti, noi abbiamo che gli introiti sono in relazione diminuiti per la classe borghese (da 3 a 3.5 invece di 4.6) mentre sono notevolmente aumentati per la classe cosidetta proletaria (da 6 a 7) con una media generale di circa 4.5 a 5.

Il debito pubblico è cresciuto nel rapporto da 1 a 6.5 circa.

Come è possibile parlare di pareggio in queste condizioni? Per poterlo conseguire si dovrebbe diminuire le spese nel rapporto da 7.3 a 5.6, ovvero elevare gli introiti di tutti, e specialmente dei contribuenti, dalle medie di 4.5 o 5. a 7.3 affinchè questi potessero elevare la loro contribuzione all'erario. Per raggiungere questo punto occorrerebbe aumentare notevolmente la potenzialità produttrice del paese; e invece, per effetto degli alti costi delle mercedi e delle materie prime che dobbiamo importare da paesi più ricchi di noi, la produzione è in forte diminuzione e non potrebbe essere diversamente.

Il Prof. G. Belluzzo faceva notare in una sua lettera al «Corriere della Sera» (19 agosto) come in una gara per forniture di 400 carri merci e da carbone al Governo bulgaro, le offerte più basse sono state le seguenti (in lire italiane alle quali per comodità il Belluzzo ha ragguagliato, tenendo conto del cambio, le altre valute):

	Carro merci	carro p. carbone
Offerta ungherese	L. 16640	14080
» tedesca	» 17795	16397
» czeco-slovacca	» 18850	14819
» francese	» 25927	22715
» belga	» 29461	24491
» italiana	» 36700	28900

Nell'offerta italiana le spese generali erano considerate al minimo valore e l'utile ridotto a zero!

Prima della guerra, avverte il Belluzzo, l'Italia aveva vinto gare simili persino in Germania.

Sarebbe interessante conoscere per quale cifra entra la mano d'opera in tali offerte, giacchè è evidente che il nostro tarlo roditore è sempre là: la diminuita produttività e l'elevatezza del costo del personale. In tali condizioni come può l'Italia fare dell'industria? e come può aspirare al pareggio?.

Il fatto è che non una sola, ma tutte le cause compensative dovranno entrare in giuoco; per riequilibrarci occorrerà del tempo, parecchio tempo, prima di vedere diminuire il deficit; come ne occorrerà anche molto per vedere riportato il cambio alla pari, essendo il cambio per la massima parte conseguenza dell'indebitamento, del deficit statale e dello sbilancio commerciale, altra causa questa gravissima di preoccupazione.

E' evidente che di tutti gli elementi correttivi, quello che più sarebbe in nostro potere realizzare è il capitolo «spese». Soltanto un uomo di coraggio potrebbe attuare la vera riforma che si presenta possibile: appaltare tutti i pubblici servizi ed i monopoli!

Siamo convinti che mai e poi mai lo Stato potrà rimediare agli enormi danni apportati dai passati Gabinetti. Solo l'industria potrebbe compiere il miracolo di abolire il deficit ferroviario che è fra più paurosi del bilancio Statale. E così dicasi dei servizi Postelegrafonici, dei monopoli industriali ecc. ecc.

Lo Stato, smettendo di fare il cattivo industriale, potrebbe di colpo ridurre di 2 miliardi il suo deficit, ed almeno un altro miliardo gli sarebbe facile trovare attuando una vera riforma della burocrazia, con corrispondente semplificazione della sua pesante macchina e con opportuno decentramento.

Il Governo farebbe assai meglio a chiedere la collaborazione degli industriali e degli uomini pratici di affari, come fa l'Inghilterra ora, e come fa la Francia, e come da parecchio tempo ha fatto la Germania. Occorrono vedute larghe, positive, pratiche.

A proposito della riforma della burocrazia e dell'ordinamento statale, la Commissione che dovrebbe studiarla ed attuarla dovrebbe essere composta di gente realmente competente ed organizzatrice, ed assolutamente estranea all'Amministrazione. I funzionari (parte in causa), dovrebbero essere uditi, ma non dovrebbero avere voce in capitolo. Dovendosi consolidare le spese e ripartirle su di un numero minore di persone, queste se ne avvantaggeranno, e quando di qui a poco tempo si vedrà che la macchina statale funzionerà peggio per difetto di personale, se ne assumerà a poco a poco del nuovo a stipendio base più elevato. La riforma della burocrazia porterà così fatalmente ad un aumento di spese anzichè ad una economia.

Quante volte non si è deciso di ridurre i quadri del personale ferroviario riformando l'organizzazione? E quali ne sono stati i risultati? Che mentre prima le Società Mediterranea, Adriatica e Sicula, gestivano con oculata economia, oggi il personale è più che raddoppiato mentre il servizio non è certo migliorato.

Noi non vogliamo certo atteggiarci a maestri di economia ed a scopritori del tocca-sana per guarire i nostri guai, ma modestamente riteniamo che prima ancora di pensare al pareggio del bilancio statale occorrerebbe provvedere a riarmonizzare gli elementi fondamentali della nostra economia rimontando alle cause che hanno prodotto le alterazioni. Fra queste, e lo ripeteremo fino alla noia, la principale è stata la corsa pazza all'aumento dei salari e delle mercedi. Le conquiste del proletariato hanno mutate profondamente le basi della nostra produzione, perchè non soltanto si è aumentata in misura assoluta la rimunerazione del lavoro, ma si

è ancora più aumentata in via relativa. La mano d'opera oggi grava sul prodotto almeno del 50% in più di quello che realmente percepisce l'operaio, giacchè di pari passo con la riduzione delle ore di lavoro e dell'innalzamento della paga oraria si è avuto una diminuzione della produttività oraria dell'operaio. Inoltre occorre ridare alla agricoltura non solo l'antica produttività, ma fare ogni sforzo per accrescerla, potendo noi soltanto dal razionale sfruttamento di questa vera nostra ricchezza naturale conseguire un arricchimento che ci è necessario per riparare alla distruzione di ricchezze prodotte dalla guerra. Non saranno mai troppe le provvidenze dedicate all'agricoltura, e la nostra viva propaganda in prò dell'elettrificazione delle campagne risponde ad un concetto profondamente radicato nella nostra mente di industriali.

Quando si sarà rientrati nei limiti del giusto nei riguardi del costo della mano d'opera, e si sarà dato un forte impulso all'agricoltura ,si sarà fatto un notevole passo avanti nella nostra ricostituzione. Allora anche la questione del pareggio del bilancio perderà di importanza, perchè si risolverà automaticamente.

Dicevamo che altra causa grave di preoccupazione è data dall'esame del movimento di importazione e di esportazione.

Anche qui andiamo male, e le cifre seguenti lo dimostrano senza bisogno di ulteriori commenti.

	Importazioni		Esportazioni	
	1921	1920	1921	1920
Gennaio	1166	972	503	493
Febbraio	1321	1112	566	631
Marzo	1502	1393	569	691
	3989	3477	1638	1815

(Le cifre sono esposte in milioni di lire).

Nel primo trimestre di quest'anno si sono avute maggiori importazioni di cereali, carbone e cotone, per circa 500 milioni, mentre si è esportato in meno seta, canapa, lino, ma in più automobili, lane, pollami minerali. In complesso le esportazioni segnano un progresso di L. 77 milioni e lo sbilancio da 1662 milioni del 1. trimestre 1920 è aumentato a 2351 milioni nel corrispondente periodo del 1921.

Si dice che le cause di questo peggioramento siano in parte transitorie, ma il fatto è che il miglioramento sensibile segnalato l'anno scorso è cessato e si è convertito in un peggioramento.

Dalle statistiche del Governo si rileva un considerevolissimo aumento generale nei traffici con la Germania e con i paesi austro-ungarici, un lieve aumento nelle importazioni e una forte riduzione nella esportazione verso la Francia, come pure in diminuzione la esportazione verso l'Inghilterra e gli Stati Uniti. In complesso la bilancia commerciale è a noi favorevole rispetto all'Austria, alla Jugoslavia, alla Svizzera ed alla Grecia. Per gli altri paesi siamo prevalentemente importatori e quindi in debito e per cifre considerevoli.

Intanto tutti chiudono a doppio chiavistello le porte di casa. Il 18 agosto è stata votata dal Parlamento britannico la legge per la difesa delle industrie, sia pure dopo aspro dibattito. Tale legge prevede l'applicazione di una tassa del 33 1/3 % *ad valorem* sulle merci importate da paesi la cui moneta è in una certa misura deprezzata rispetto alla sterlina, ed entrerà in vigore il 1° ottobre. La legge è stata invocata dagli industriali, e specialmente da quelli del ferro e dell'acciaio, spaventati dalle concorrenze della Germania, del Belgio e della Francia. Essa non specifica i paesi da sottoporsi al nuovo regime, ma sembra che il Board of Trade debba pronunciarsi solo dopo udito il parere di una speciale commissione alla quale gli industriali dovrebbero rivolgere i loro reclami qualora l'importazione concorrente facesse temere la disoccupazione o la chiusura degli stabilimenti. Nessun reclamo può essere presentato per le sostanze alimentari. La Camera dei Comuni tiene in sospeso la sua pronuncia per 21 giorni, al termine dei quali ed in mancanza di opposizioni, rende esecutivo il deliberato del Board of Trade.

Un simile sistema è, come si vede, una vera arma che l'Inghilterra si forgia verso i concorrenti, e può essere pericolosissima.

Da noi non si è voluta adottare la doppia tariffa e si è scelto un sistema intermedio che è in realtà ibrido e lascia aperto l'adito ai pericoli od ai danni del sistema generale. Si è formata in sostanza una doppia tariffa nella quale i dazi minimi sono rappresentati da dazi di base proposti dalla Commissione Reale, ed i dazi massimi da coefficienti di maggiorazione.

Il Governo però si riserva di vincolare ed eventualmente ridurre anche i dazi minimi, il che lascia le industrie incerte del domani. Anche i coefficienti di maggiorazione non sembrano che tutelino abbastanza i produttori ed i consumatori, e hanno dato luogo ad aspre lagnanze.

Nel campo nostro elettrico la questione doganale in fondo è vista dal solo lato del «consumatore». Ora capita che il forte inasprimento dei diritti doganali sul materiale elettrico è causa di gravi preoccupazioni in molte imprese che avevano ordinato macchinari all'estero. Così per un trasformatore ordinato molto tempo fa in Germania, e introdotto dopo il 1. luglio, si è dovuto pagare un dazio doganale pari al 65% del costo reale di esso!

Infatti, le nuove tariffe colpiscono il macchinario elettrico in misura da 35 a 60 lire oro a quintale, con coefficiente 1 di maggioranza, il che significa, in lire italiane, da 320 a 550 lire carta a quintale, per un materiale che non dovrebbe costare più di 600 a 800 lire a quintale!

Comprendiamo che le ditte costruttrici italiane debbano essere tutelate, ma dal momento che esse non riescono a produrre tutto quanto il nostro fabbisogno, e che parecchie di esse sono italiane soltanto di nome, una protezione così eccessiva finisce con l'essere rovinosa per i costruttori di impianti i quali saranno costretti a pagare molto di più tutto quanto loro occorre, mentre soltanto una parte del macchinario è prodotta in Italia.

Le nostre tendenze non ci consentono di ripetere le solite tirate demagogiche dei liberisti da piazza e da strapazzo, e noi anzi vorremmo che non un sol chiodo ci venisse dall'estero, e che si moltiplicassero le ditte «italiane» di alternatori, trasformatori, apparecchi di misure ecc. in modo tale da far fronte a tutte le nostre esigenze: ma fino a che ciò non sarà, non possiamo che deplorare che non si trovino altri temperamenti che, mentre assicurino la vita alle ditte italiane fornitrici, non uccidano le imprese elettriche consumatrici. Siccome però le nuove tariffe base sono su per giù quelle già proposte dall'A. E. I. (Ing. Gadda) è sul coefficiente di maggioranza che devesi portare tutta la nostra attenzione.

E troveremmo giusto che si esonerassero dai nuovi agravi quelle ditte che hanno ordinato da tempo il materiale all'estero, facendo assegnamento su un dazio molto minore.

Un esempio del come la Francia cerca di conciliare le proprie esigenze statali con quelle degli industriali lo si ha dai recenti accordi di Wiesbaden fra il Loucheur e il Rathenau.

Loucheur decise di accettare il materiale in conto riparazioni, ma solo per la ricostruzione delle terre devastate. Gli industriali francesi non perderanno così i mercati ordinari, mentre non avendo da superlavorare per cause transitorie, non altereranno il regime delle loro fabbriche.

I materiali tedeschi importati a richiesta dei francesi saranno gravati di un equo diritto doganale onde non turbare le condizioni del mercato francese. Anche noi dovremmo avere dalla Germania e dall'Austria del materiale in conto riparazioni, ed è sperabile che il nostro Governo sappia imitare quello francese in questa oculata protezione.

La protezione deve essere equa, razionale e volta esclusivamente a raggiungere determinate finalità.

Altrimenti si converte in vessazione.

*

Altra polemica assai viva è quella che si agita nel campo socialista in attesa del congresso di Milano.

Dopo la crisi avvenuta nel partito durante il Congresso di Livorno, è la separazione dei comunisti dai socialisti, si è manifestata una tendenza verso destra, vale a dire che stanno riprendendo ardire e potere sulle masse quegli elementi temperati uso Turati, Treves, Modigliani, che un tempo erano messi al bando per le loro tendenze evoluzioniste in contrapposto col rivoluzionarismo degli altri. Il fallimento completo del bolscevismo ha fatto aprire gli occhi a massime che da un pezzo noi borghesi industriali andiamo ripetendo.

Questo «revirement» sarebbe avvenuto molto prima se i nostri governanti avessero dato prova di maggior serietà e di migliore comprensione della realtà. E' difficile farsi un'idea della rovina causata dalla triste invenzione dei concordati nazionali che hanno fomentato la più grave indisciplina negli stabilimenti, il rallentamento della produzione, il peggioramento di questa, l'elevazione del costo dei manufatti, e di conseguenza il forte rincaro della vita e il peggioramento disastroso del cambio. La politica fiscale di Giolitti ha fatto il resto. La confisca dei profitti di guerra, la nominatività dei titoli, l'esperimento dell'occupazione delle fabbriche, hanno talmente spaventato il capitale italiano e quello estero che oggi ciascuno cerca di liquidare alla meglio le sue posizioni e di ritirarsi dall'industria.

I socialisti come Baldesi, gettano un grido di allarme contro la tendenza a lacerare i contratti collettivi, e si scagliano contro gli industriali, ma non pensano che col contratto collettivo si è troppo tirata la corda e questa si è spezzata.

Essi invocano daccapo il controllo e l'istituzione degli uffici di collocamento, e non comprendono che se si vuole salvare ancora un po' delle nostre industrie bisogna abolire tutte queste pastoie, che in teoria saranno bellissime, ma in pratica conducono al suicidio.

L'unica speranza di una risurrezione si potrà avere nel seppellimento generale di tutte queste malaugurate invenzioni. Non si parli più di nominatività di titoli, e di controllo, ed il capitale estero si interesserà di noi; si riconoscano gli investimenti fatti per gli impianti industriali, od in altri termini, si rinunci alla confisca dei capitali investiti dall'industria coll'industria, e questa riprenderà lena.

E nel frattempo, i socialisti, rimessisi in carreggiata potranno dedicarsi alla educazione delle masse per prepararle a quelle sane e vere forme di cooperazione non parassitarie che potranno essere la base dell'economia futura, facendo realizzare il sogno dei lavoratori di divenire piccoli borghesi.

L'esempio della Russia è triste ma efficace. Giunta all'estremo limite della rovina, essa diventa ora l'oggetto della rapina. Gli americani, gli inglesi, i tedeschi sono piombati come corvi e col pretesto di portare soccorsi agli affamati, si spartiscono la preda.

In Italia, notiamo già la calata dei tedeschi che riprendendo l'antica politica cercano di divenire padroni delle nostre industrie e della nostra marina mercantile cioè del nostro commercio, e di interessarsi delle nostre cose, ma con spirito da conquistatori.

Fa molto chiasso nella stampa la rivelazione di un documento attribuito all'addetto commerciale germanico in Italia sig. E. Stroecker. Noi non sappiamo se il documento sia vero od apocrifo, ma se anche non fosse stato materialmente scritto dallo Stroecker, esso non direbbe nulla di diverso da quello che tutti già sanno. L'opera di penetrazione a mezzo delle banche è così palese che solo gli ingenui potrebbero far mostra di ignorarla. Ma di chi la colpa? Rovinata l'industria, l'unica aspirazione degli industriali è di cedere le loro azioni o le loro fabbriche. Ci si meraviglia che la Fiat abbia venduto le sue azioni della Alpine M. G. al gruppo Stinnes, ma come avrebbe potuto pagare 130 milioni di imposte al Governo? Noi sappiamo di moltissime altre industrie che cercano di mettersi in parallelo con le similari tedesche (frase elegante per mascherare il futuro servaggio) o addirittura cedono le loro azioni od i loro stabilimenti.

Al Congresso di Milano quasi certamente vincerà la tendenza moderata e fra qualche mese saluteremo delle nuove Eccellenze, ma ciò ci entusiasmerà molto poco, se il programma non muterà. Turati, Treves, Baldesi potranno far molto bene se scenderanno dal loro piedistallo di ideologie nei livelli della pratica. Altrimenti saranno più pericolosi dei comunisti.

Durante la guerra esisteva un decreto che consentiva l'investimento dei sovraprofitti di guerra negli impianti idroelettrici e lignito-elettrici di integrazione, ed alla nostra industria erano state assicurate molte centinaia di milioni dai gruppi industriali più forti quali la Fiat, l'Ilva, la Breda, l'Ansaldo, ecc. ecc. L'estero, e segnatamente la Svizzera, la Francia, l'America si interessavano fortemente di questa nostra industria che era sana e promettente, e molteplici trattative erano bene avviate. Una prima doccia fredda la si è avuta con l'annunzio dei provvedimenti Giolitti. Le centinaia di milioni promessi sono sfumati di colpo mentre l'estero si è ritirato subito di fronte all'istituto della nominatività. Le imprese elettriche che non hanno conseguiti sopraprofitti reali di guerra (perchè quei pochi ad esse attribuiti non sono in realtà che soprapprezzi di emissioni di azioni o quote normali di incremento di utili) dalla legge 24 settembre 1920 sono state invece aspramente colpite perchè è loro venuta meno la sperata devoluzione dei profitti degli altri.

I titoli elettrici non sono speculativi ma rappresentano un investimento di risparmiatori, e la nominatività in fondo non muterebbe troppo la situazione, ma il male enorme che da questo provvedimento ne verrebbe ad esse, sta tutto nel fatto che in un primo momento il finanziamento di nuovi impianti viene fatto da speculatori i quali lo garentiscono perchè a loro volta e col tempo sperano di collocare i titoli presso i privati. Togliere al titolo la mobilità, almeno nei primi tempi, significa impedire la funzione più utile dei finanziatori, e quindi rendere quasi impossibile il finanziamento.

Il Lodo Labriola poi ha dato un altro colpo violento alle nostre Imprese che per 9 o 10 mesi hanno dovuto sopportare i maggiori aggravi, senza possibilità di rivalsa; nè il decreto 288 ha eliminate tutte le difficoltà, essendosi per di più aggiunti nuovi oneri a quelli contemplati dai concordati del luglio scorso, e dei quali il Governo non ha voluto tener conto.

Altra causa di malumore per l'estero è stata la presentazione dell'emendamento all'articolo 20 del R. D. L. n. 2161 (derivazioni di acque pubbliche) col quale si tenderebbe ad escludere gli stranieri dalla direzione e dai consigli delle Società concessionarie di forze idroelettriche italiane, ciò che ha fatto definitivamente passare la voglia di interessarsi dei nostri affari anche ai meglio intenzionati.

Questi calcoli sbagliati del Governo non si fermano poi neanche qui. Si proibisce agli istituti di emissione di finanziare affari industriali, e quindi si toglie l'unico mezzo di concorrenza possibile alle banche speculative; ma poi si consente che gli istituti stessi rigurgitino di effetti riscontati dalle predette banche speculative! E così, il rischio resta in tutta la sua pienezza agli istituti di emissione, il guadagno va tutto alle banche speculative, e le industrie sono perpetuamente alla mercè di banchieri.

✱

I mercati finanziari esteri neanche in questo mese si sono rivelati brillanti. A Parigi l'inizio ha rivelato una tendenza speculativa per l'esistenza di forti scoperti, ma per tutto il resto del mese ha dominato l'incertezza, specialmente per le preoccupazioni sulla solvibilità della Germania. A Londra è stata ben salutata l'ulteriore riduzione del tasso di sconto, ma poi ha preso di nuovo il sopravvento l'incertezza. New York è stata sempre fiacca ed indecisa. Si è soltanto notato un forte movimento sui titoli petroliferi.

Da noi, le Borse sono rimaste chiuse dal 6 al 22 onde ben poco vi è da dire.

Nella prima settimana la tendenza si è palesata discreta ma con minime transazioni. Alla ripresa si è manifestata una buona tendenza ottimistica che ha fatto movimentare alcuni titoli elevandone le quote. Buona impressione si è avuto dal ritiro del regolamento sulla nominatività dei titoli, dell'annunzio della circolare Soleri su una più equa applicazione del regolamento sulla confisca dei sovraprofitti di guerra, e dalla maggiore assegnazione ottenuta in riparazione dei danni di guerra. La facilità con la quale sono stati stipulati accordi con i metallurgici ed altre categorie di operai anche è stata ben scontata.

Non crediamo però che il movimento al rialzo sia destinato a continuare. Vi sono ancora troppe cause di incertezza, poichè la speculazione possa prender piede.

I cambi sempre nervosi ad onta che la richiesta di valuta estera da parte dell'industria sia scarsa; ma, come dicevamo in altra parte di questa nota il peggioramento della bilancia commerciale è più che sufficiente a spiegare i corsi odierni ed i movimenti avvenuti quest'anno. I titoli elettrici più speculati, quali l'Edison, la Conti, la Vizzola, la Bresciana, sono stati alquanto mossi e migliorano, onde l'indice di questo mese si è avvantaggiato.

I titoli di Stato sono in troppo stretta relazione con i cambi per mantenere un contegno deciso e migliore.

Ing. D. Civita.

Corso medio dei titoli elettrici nel mese di Agosto 1921.

	Valore nomin.	Compenso luglio 1921	1ª decade	2ª decade (1)	3ª decade	Compenso agosto 1921
Edison	300	424	433	—	465	454
Conti	250	278	282	—	295	284
Vizzola	500	690	700	—	730	700
Bresciana	100	96	96	—	102	100
Adamello	200	200	203	—	205	200
Trezzo d'Adda	250	230	230	—	230	250
Un. Es. El.	50	56	59	—	59	60
Elett. Alta Italia	250	246	259	—	268	268
Cenischia	100	60	60	—	50	50
Idr. Piem. S. I. P.	125	111	116	—	117	117
Offic. Elett. Genovesi	250	226	221	—	250	236
Adriatica	100	100	104	—	107	104
Negri	200	140	140	—	150	140
Ligure Toscana	200	190	198	—	200	200
Anglo Romana	500	425	402	—	430	430
Gen. Elett. Sicilia	100	80	80	—	80	80

Numeri indici.	1921	1920
Gennaio	101,43	(141,4)
Febbraio	103,70	(246 –)
Marzo	100,90	(147,3)
Aprile	105,70	(147,2)
Maggio	103,60	(140 –)
Giugno	98,40	(135,4)
Luglio	98 —	(120,3)
Agosto	100,43	(123,8)

Rendita	100	70 —	75,05	—	70,15	70 —
Consolidato 5 %	100	75,50	75 —	—	75 —	75,50

				min.	mass.
Cambio Parigi	179,60	—	182,60	176,29	183,60
» Londra	83,80	—	89,93	82,20	89,93
» Svizzera	385,20	—	400,25	379,85	401,50
» New York	23,31	—	23,65	22,97	23,80
» Oro	332,25	—	456,23	332,25	459,23

CAMBI - Guadagni e perdite in % dei cambi dal Gennaio all'Agosto 1921 rispetto alla Svizzera, il cui franco è preso uguale all'unità.

MESE	Gennaio	Febbr.	Marzo	Aprile	Maggio	Giugno	Luglio	Agosto
	%	%	%	%	%	%	%	%
New York	+ 19.93	+ 15.30	+ 10.88	+ 9.14	+ 8.18	+ 13.86	+ 17.42	+ 13.57
Spagna	— 11.07	— 16 50	— 18.75	— 21.50	— 25.40	— 22.00	— 22.50	— 23.50
Olanda	+ 1 59	— 1.68	— 4.48	— 4.00	5.44	— 6.40	— 10 16	— 11.83
Svezia	— 0.50	— 3.70	— 2.00	— 1.00	— 9.00	— 7.60	— 15.22	— 8.86
Inghilterra	— 3.85	— 7.23	— 10.18	— 10.08	— 12.26	— 11.86	— 13.50	— 13.65
Norvegia	— 12.10	— 27.00	— 32 00	— 32.50	— 39.90	— 40.43	— 47.25	— 45.05
Danimarca	— 9.80	— 23.60	— 25.10	— 28.00	— 30.00	— 30.20	— 37.84	— 30.14
Belgio	— 52.50	— 55.35	— 57.65	— 55.50	— 52.50	— 52.50	— 54.50	— 55.70
Francia	— 54.50	— 56.88	— 58.40	— 56.00	— 52.50	— 52.40	— 53.70	— 54.35
Italia	— 76.63	— 78.05	— 76 05	— 72.25	— 70.00	— 70.50	— 74.30	— 74.75
Germania	— 91.16	— 92.28	— 92.56	— 93.00	— 92 68	— 93.16	— 94.00	— 94.53
Vienna	— 98.34	— 98.80	— 98 51	— 98 53	98.92	— 99 05	— 99.41	— 99.38

(1) Le borse sono state chiuse per ferie dal 6 al 22 agosto.

PREZZI MEDI MENSILI DEI CARBONI - (Genova)

MESE	Maggio	Giugno	Luglio	Agosto
Carboni fossili inglesi				
Cardiff Primario, 1 tonn. . . . . L.	415	Mancano le quotazioni per lo sciopero dei minatori inglesi	290	270
» secondario . . . . . . »	405		sc. 63.6	260
Newport Primario . . . . . . »	405		—	—
Minuto di Cardiff e Newport . . »	—		—	210
Antracite prim. in monte . . . . »	—		305	335
» secondaria . . . . . »	—		sc. 65	—
Rubly culm . . . . »	—		180	—
Mattonelle di Swansea . . . . . »	390		—	—
Gas primario . . . . »	405		250	260
Gas secondario . . . . »	395		235	240
Est Hamilton Splint. . . . . . »	—		sc. 63	265
Watson's Bent Rujxels splent . . »	—		sc. 66	270
Best Hamilton elf . . . . . . »	—		sc. 63	250
Dysart Main . . . . »	—		—	250
Noceta di Scozia . . . . »	—		—	240
Rushy Park . . . . »	390		—	—
Carbone da macchina dell'Yorkshire »	415		sc. 26.6	sc. 52 cif
» uso Splint del Derbyrhire »	410		—	sc. 51 cif
Americani				
Carbone da macchina . . . . . . »	345	280	275	255
» » gas . . . . »	340	310	285	230
» uso Splint . . . . . . »	340	295	280	230
» da macchina pensilvania . »	—	—	—	—
Coke				
Inglese metallurgico . . . . . »	—	—	350	—
» da gas . . . . »	—	—	—	—
» nazionale metallurgico . . »	400	400	—	—
» » da gas . . . . «	330	330	265	285

CORSO MEDIO MENSILE DEI METALLI

	Maggio	Giugno	Luglio	Agosto
Rame in pani elettrolitico . . . L.	595	590	635	558
» » lastre . . . . »	1030	1020	1038	1025
» » fili . . . . »	755	775	795	800
» » tubi . . . . »	1145	1100	1125	1120
Zinco in pani, 1ª fusione . . . . »	221	220	235	245
» » fogli . . . . »	350	330	355	374
Ottone in fogli . . . . »	920	900	900	885
» » fili . . . . »	895	875	880	865
» » verga . . . . »	555	550	560	540
» » tubi . . . . »	1090	1070	1100	1085
Stagno per Kg. . . . . »	17	15	15	15
Piombo in pani 1ª fusione . . . »	184.50	183	200	220
» » lastre e tubi . . . . »	215	215	222.50	235
Lamiere in ferro nere (b: 4%)) . »	160	150	160	155
» » » zincate . . . »	258	245	237.50	237.50
Tubo di ferro nazionale, neri saldati »	240	220	225	232
» di ferro zincati . . . . . »	315	290	295	302
Bande stagnate (per cassa) . . . »	182.50	165	175	175
Antimonio . . . . »	270	250	157.50	250

Prezzi di compenso dei titoli elettrici, di Stato e corso medio dei cambi.

	Valore nominale	Maggio	Giugno	Luglio	Agosto
Edison	300	436	410	424	454
Conti	250	300	274	278	284
Vizzola	500	690	676	690	700
Bresciana	100	94	94	96	100
Adamello	200	220	200	200	200
Trezzo d'Adda	250	250	250	230	230
Unione Eser. Elettr.	50	58	56	56	60
Elettr. Alta Italia.	250	278	260	246	268
Cenischia	100	80	70	60	50
Idr. Piemonte S. I. P. . . .	125	125	117	111	117
Officine Elettr. Genov. O. E. G.	250	236	226	226	236
Adriatica	100	102	100	100	104
Negri	200	140	130	140	140
Ligure Toscana	200	190	196	190	200
Anglo Romana	500	440	430	425	430
Generale Elettrica Sicilia . . .	100	80	80	80	80
Rendita	100	74	72 ex	70	70
Consolidato 5 %	100	80	77,50 ex	75,50	75,50
Cambio Parigi	—	157,90	162,90	172,80	180,50
» Londra	—	75,40	76,90	80,50	86,50
» Svizzera	—	337,50	343,—	364,90	391,70
» New York	—	18,80	20,10	22,—	23,40
» oro	—	299,—	305,10	319,10	395,—

Associazione Elettrotecnica Italiana

Eretta in Ente morale il 3 Febbraio 1910

Notizie delle Sezioni

SEZIONE DI MILANO.

Ricevimento dell'Associazione Elettrotecnica Czeco-Slovacca.

Oltre una cinquantina di elettrotecnici czeco-slovacchi, guidati dal Prof. Vladimiro List del Politecnico di Brno, Presidente dell'Associazione, e dal Dott. Ing. F. Kneidl, segretario, sono scesi in Italia per una visita ai maggiori impianti elettrici della Lombardia, del Piemonte e della Liguria. Essi giunsero a Milano il 5 Ottobre e la stessa sera, la Sezione di Milano offrì loro un pranzo all'Eden. Alle frutta il Presidente Rebora porse il saluto dell'A. E. I. agli ospiti ricordando la recente fratellanza d'armi delle due Nazioni. Gli rispose il Prof. List il quale ricordò i vincoli intellettuali che uniscono, da secoli, i due paesi ed inneggiò all'elettrotecnica italiana.

Invitato a parlare, l'On. De Andreis ricordò con voce commossa le dolorose vicende passate dei due popoli sotto il dominio dell'Austria ed uno degli ospiti ricordò, applaudito, che allo Spielberg una via è oggi intitolata a Silvio Pellico.

La cordiale riunione si sciolse poco prima di mezzanotte.

*

COMITATO IDROTECNICO ITALIANO - SOTTOCOMITATO *D*

"Trasporto e distribuzione della energia".

A Roma il 1° u. s. ha avuto luogo la prima riunione del suddetto Sottocomitato. Oltre al Presidente Generale sono intervenuti Amati, Cenzato, Liguori, Norsa, Prinetti, Sismondo; ha giustificata l'assenza C. Palestrino.

Il Presidente Generale apre la seduta illustrando gli scopi del Comitato Idrotecnico e il compito del sottocomitato; indi assume la presidenza Norsa e si inizia la discussione sul programma di lavoro. Vi partecipano tutti i presenti e si delibera di portare anzitutto lo studio sul problema delle intercomunicazioni.

Si esamina anche la questione degli isolatori e sia per l'uno che per l'altro argomento si prendono accordi allo scopo di iniziare i lavori. Viene esaminata anche la questione delle condutture in genere rinviandone però la discussione ad un'altra seduta anche in considerazione del fatto che tale argomento interessa pure altre Commissioni.

Il Sottocomitato rivolge viva preghiera affinchè gli vengano, anche da soci individuali, segnalati argomenti e questioni aventi attinenza al suo programma di lavoro e che appaiano di particolare interesse. Le relative comunicazioni potranno essere indirizzate al Comitato Idrotecnico Italiano — Sottocomitato D — presso la Segr. Gen. dell'A. E. I. - San Paolo, 10 - Milano.

L'elenco dei Soci vitalizî o perpetui è una specie d'albo d'oro dell'A. E. I. - I Soci vitalizî pagano una volta tanto L. 2000. La Società o gli Enti possono diventare Soci perpetui versando L. 5000. Tali somme costituiranno il patrimonio inalienabile dell'Associazione.

L'A. E. I., la quale a sensi del suo Statuto dovrebbe pubblicare i suoi Atti una volta all'anno, è giunta, a poco a poco, a dare gratuitamente ai suoi Soci una ricca rivista trimensile che costituisce ogni anno un grosso volume di circa 800 pagine. — Il notevole successo è dovuto essenzialmente al continuo incremento del numero dei Soci. — Nuovi ed importanti risultati potrebbe conseguire l'A. E. I. in un futuro prossimo, se ogni Socio si facesse centro di propaganda e, fra le sue conoscenze, procurasse almeno un nuovo iscritto all'Associazione.

TEDESCHI GIOVANNI FU GIOVANNI, *gerente responsabile* ARTI GRAFICHE VARESINE - VARESE

VOL. VIII (XXV degli Atti) 25 Ottobre 1921 N. 29

L'ELETTROTECNICA

GIORNALE ED ATTI DELLA
ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA
REDAZIONE ED AMMINISTRAZIONE: VIA SAN PAOLO, 10 - MILANO - TELEFONO N. 20-86
REDATTORE CAPO: A BARBAGELATA - REDATTORI U. BORDONI - M. SEMENZA - G. VALLAURI
È GRADITA LA COLLABORAZIONE DEI LETTORI - GLI ARTICOLI DI INTERESSE GENERALE ACCETTATI DALLA REDAZIONE SONO COMPENSATI
GLI SCRITTI DEI SINGOLI AUTORI NON IMPEGNANO LA REDAZIONE E QUELLI DELLA REDAZIONE NON IMPEGNANO L'A. E. I.
I MANOSCRITTI NON SI RESTITUISCONO

Dopo la XXVI Riunione.

Rinunciamo ad esaltare il grandissimo successo della riunione svoltasi in Sicilia perchè dovremmo necessariamente ripeterci: basterà solo accennare, a complemento di tutto quello che lasciamo all'immaginazione dei lettori, la singolare clemenza del tempo, su cui a priori era lecito qualche timore, dato un già così lungo periodo di siccità, e che invece, dopo aver offerto ai naviganti il mare più incantevole che si potesse immaginare, dopo aver rivestito colle migliori luci i meravigliosi quadri offerti via via all'ammirazione dei congressisti, ha proprio voluto attendere, per scatenare le sue furie, il giorno successivo alla chiusura della riuscitissima riunione! Ma oltre che a questa singolare fortuna è doveroso rendere omaggio all'opera ammirevole degli organizzatori. L'aver potuto condurre attraverso tutta l'isola, fra difficoltà di ogni genere, una carovana di circa trecento persone in un modo così perfetto, ha veramente — come bene rilevò il Prof. Lombardi in un felicissimo discorso — qualche cosa di prodigioso. A nulla di simile avrebbe mai potuto aspirare la nostra Associazione senza la liberalità della Società Generale Elettrica della Sicilia e delle Società consorelle: Palermitana, Siracusana, Messinese e Catanese. L'Ing. Vismara, animatore di tutto il movimento elettrotecnico dell'isola, l'Ing. Trossarelli, l'Ing. Fusco, l'Ing. Acanfora e tutti gli altri loro egregi collaboratori, noti ed ignoti, che si sono continuamente, generosamente prodigati per la buona riuscita del congresso, hanno veramente bene meritato dell'A. E. I. e ad essi i congressisti penseranno sempre con riconoscenza ogni qualvolta rievocheranno le ore di intenso godimento spirituale vissute nell'isola incantevole.

★

Dopo di ciò verremmo meno al nostro dovere ed all'affetto che nutriamo per la nostra Associazione, se non accennassimo ad alcuni utili ammaestramenti che, come sempre, l'esperienza passata consente di formulare per l'avvenire.

Siamo come il Prof. Lombardi, come tutti, convinti dell'opportunità di queste gite, di questi viaggi organizzati dall'A. E. I., non solo perchè offrono a molti soci occasioni, di conoscere meglio il nostro paese, che forse non si presenterebbero loro altrimenti; ma perchè servono a cementare quei vincoli di amicizia e di simpatia che uniscono veramente tutti gli elettrotecnici italiani in una grande famiglia. Tuttavia pensiamo che il recente viaggio in Sicilia rappresenti un limite, uno sforzo, oltre il quale sarebbe forse pericoloso di spingersi. Non vogliamo certo far eco alle isolate voci degli eterni malcontenti, perchè, dato il carattere medio dell'umana natura, con qualunque più perfetta organizzazione esse non potranno mai mancare; ma i nei che, com'è naturale, non sono mancati neppure nella mirabile organizzazione Siciliana, devono far riflettere che le difficoltà crescono più che linearmente coll'aumentare del numero dei gitanti e della durata del viaggio. Non è questo il luogo nè il momento di discutere proposte o programmi; ma pensiamo che una limitazione nel numero di partecipanti, governata da ben prestabilite e rigide norme potrebbe essere il caposaldo di eventuali future consimili organizzazioni.

Il secondo punto riguarda la parte tecnica del congresso che è stata un po' soffocata dal prevalente interesse dell'elemento turistico. I così detti « lavori » del congresso sono, si può dire, completamente mancati. Abbiamo ascoltate alcune comunicazioni senza dubbio interessantissime, ma che sarebbe stato forse più utile, secondo una antica proposta, non nostra, far « circolare » nelle principali sezioni, offrendole ad assemblee sempre rinnovate e, sopratutto, meno stanche. Ma le discussioni sui problemi di interesse locale sui quali doveva imperniarsi il congresso, furono — con molte altre comunicazioni — soppresse per assoluta mancanza di tempo. E' questo della mancanza di tempo uno dei più gravi inconvenienti delle nostre riunioni annuali, sul quale già più volte abbiamo richiamato l'attenzione ed a cui si dovrà in qualche modo provvedere. Sempre per la ristrettezza del tempo, anche l'Assemblea generale dei Soci imposta dallo Statuto e che dovrebbe essere il nocciuolo, lo scopo delle Riunioni annuali, va riducendosi ad una evanescente formalità, togliendo a quei soci — pochi pur troppo — che si interessano veramente alla vita sociale, la sola occasione ad essi offerta di discorrere un po' dei problemi che riguardano lo sviluppo del sodalizio.

★

Questa volta almeno l'Assemblea generale ebbe un simpatico episodio: la proclamazione del giudizio della speciale commissione che assegnava la prima « *medaglia Jona* » al Prof. Lombardi per i suoi lavori sulle sovratensioni. La proclamazione accolta da vivi applausi diede occasione al Lombardi di rievocare con felicissima parola la figura del compianto Jona, fra il commosso consenso dei presenti.

La vicinanza della tragica isola di Filicudi permise anche di chiudere la riunione con una commovente cerimonia. Una delegazione di Soci guidata dal Presidente Generale, su un « Mas » messo gentilmente a disposizione dal Ministero della Marina, si recava infatti in vista dell'isola e gettava in mare una corona di fiori in memoria di Italo Brunelli e di Emanuele Jona, quasi a simboleggiare il culto che la grande famiglia dell'A. E. I. conserva sempre per i suoi cari scomparsi.

Sulle forze elettromagnetiche.

L'ignoranza dell'intimo meccanismo dei fenomeni elettromagnetici, a tutti noi così famigliari nella loro estrinsecazione e nelle loro applicazioni pratiche, consente ancor oggi la formazione di nuovi modi di vedere, quasi diremmo di nuove « teorie personali » che tendono a coordinare in un unico quadro fenomeni e leggi diverse. Siamo, come molti, un po' scettici su queste elaborazioni personali che poco giovano in generale alla diffusione del sapere; ma crediamo di dover fare una eccezione per lo scritto odierno dell'Ing. DELLA SALDA, che pure abbandonando il campo abituale dei suoi lavori, ha saputo improntare il suo studio a quella serietà di intenti e di procedimenti che gli sono abituali.

Dalla fisica di Newton alla fisica dell'elettrone.

Poche cose riescono così istruttive come una storia delle scienze ben fatta: che non si limiti, dunque, alla esposizione corretta del succedersi delle esperienze e delle teorie, ma vi aggiunga la ricerca intelligente dei legami di pensiero fra i varî studiosi, metta in luce intuizioni geniali ed errori inesplicabili, illustri il perchè dell'alternarsi di orientamenti di pensiero affatto diversi, e faccia rivivere, nelle sue linee d'insieme, quella lotta straordinariamente impari e senza tregua che l'uomo ha intrapreso, da quando ha coscienza di sè stesso, per strappare i suoi innumerevoli segreti a quell'Universo del quale non siamo che una parte infinitesima, nello spazio e nel tempo. Riuscirà perciò di qualche interesse, crediamo, la lettura d'un articolo nel quale il REY, partendo dalla fisica di Newton e di Galileo, procura di precisare i contributi che la caratteristica genialità delle diverse razze ha portato al suo sviluppo, e le ragioni per le quali, attraverso svolte e risvolte, quella fisica si è trasformata nella suggestiva fisica elettronica e relativistica dei nostri giorni.

LA REDAZIONE.

SULLE FORZE MECCANICHE DI ORIGINE ELETTROMAGNETICA

Ing. CESARE DELLA SALDA

Le forze meccaniche di origine elettromagnetica non sono certo argomento che si presti facilmente a dire delle novità. Tuttavia esse possono dare motivo a considerazioni di qualche utilità per chi si interessa di questioni teoriche di principio. Lo scrivente ne espone quì alcune a proposito della forma della legge che le governa e dei loro punti di applicazione.

E' noto che nei trattati di Elettrotecnica figurano, come fondamentali per queste forze, le leggi di Laplace, Biot e Savart, e Faraday, derivabili l'una dall'altra, e che non sempre riesce agevole, per chi non sia esperto in materia, precisare in base ad esse i punti di applicazione delle forze nei sistemi di correnti e campi magnetici. Tali difficoltà stanno in relazione, tra altro, coi fatti sperimentali seguenti:

1° — Le forze meccaniche esercitate sui conduttori da un campo magnetico possono scomparire, od attenuarsi, quando i conduttori sono situati entro canali praticati nel ferro. In tal caso si manifestano sul ferro stesso altre forze che compensano la diminuzione delle precedenti, cioè avviene, in certa guisa, un trasferimento totale o parziale dei punti di applicazione delle prime forze dai conduttori al ferro.

2° — Le forze che rappresentano la reazione di quelle di cui sopra, risultano applicate ora al ferro portante le masse magnetiche libere (in base alle quali le forze sono calcolabili con la legge di Laplace) od ora ad altro ferro che non è solidale con le dette masse.

Nuovo enunciato della legge delle forze meccaniche di origine elettromagnetica.

Chi scrive ha pensato che, probabilmente, potrebbe giovare una nuova formulazione della legge che governa le forze in parola per determinare più facilmente i loro punti di applicazione. La possibilità di essa è prevedibile se si riflette che la legge di Faraday su queste forze ($F = H\,l\,i$) ha una forma analoga alla legge pure di Faraday sull'induzione ($e = H\,l\,v$), e che quest'ultima può venire sostituita con la legge di Maxwell $\left(e = -\frac{d\Phi}{dt}\right)$. Tale possibilità si realizza facilmente parafrasando in parte la stessa legge di Maxwell, basandosi cioè sul concetto di variazione di flussi magnetici concatenati con circuiti elettrici chiusi. E' in tal modo che lo scrivente ha concretato l'enunciato seguente, il quale è valido sia per le forze meccaniche tra campi e correnti, sia per quelle tra correnti e correnti.

« In una parte qualsiasi (conduttori o ferro) di un sistema di correnti elettriche e campi magnetici sono da ritenersi applicate delle forze meccaniche di origine elettromagnetica qualora, immaginando di dare alla parte stessa uno spostamento virtuale infinitamente piccolo rispetto alle rimanenti, si verificano variazioni di flusso magnetico concatenato coi circuiti elettrici. Ciò indipendentemente dall'essere, o meno, il sistema completamente immobile ».

Quando la parte a cui ci si riferisce è in moto, si potrà far coincidere lo spostamento virtuale con quello reale di essa che avviene in un tempo $d\,t$.

Considerando un solo circuito elettrico ed un solo campo magnetico, per uno spostamento rettilineo $d\,l$ del circuito oppure del campo o di parte di questo, la forza è espressa da:

$$F_e = i\,\frac{d\Phi}{d\,l} \qquad \ldots\ldots (1)$$

chiamando $d\,\Phi$ la variazione del flusso concatenato conseguente allo spostamento ed i il valore della corrente nell'istante considerato. Essa agisce, sulla parte spostata, nella direzione $d\,l$ od in quella contraria a seconda che il calcolo dà risultati positivi o negativi. Si intende di ritenere $d\,l$ sempre positivo e $d\,\Phi$ positivo o negativo rispettivamente quando la variazione $d\,\Phi$ avviene nel senso di aumentare od in quello di diminuire il flusso magnetico eccitato dalla corrente i.

Per spostamenti consistenti in una rotazione angolare $d\,\alpha$ con raggio r, essendo $d\,l = r\,d\,\alpha$, le forze F_e originano una coppia

$$C_e = i\,\frac{d\Phi}{d\,\alpha} \qquad \ldots\ldots (2)$$

che agisce nella direzione dello spostamento se positiva, od in quella contraria se negativa.

Trattandosi di circuiti aventi N spire egualmente concatenate con uno stesso flusso, le forze e le coppie diventano N volte maggiori.

In quanto sopra si intende che i campi da cui provengono le variazioni di flusso concatenato possono essere eccitati da circuiti diversi da quelli dei quali si considerano le forze meccaniche oppure dagli stessi circuiti. In quest'ultimo caso le variazioni di flusso dipendono da variazioni di riluttanza magnetica ».

Nei riguardi del nuovo enunciato è da osservare:

a) Da esso sono derivabili le leggi di Laplace, Biot e Savart, e Faraday. Ciò si può facilmente dimostrare con semplici sviluppi di calcolo, che quì si tralasciano, considerando come variazione di flusso concatenato con elementi lineari di corrente il complesso delle linee di forza che vengono tagliate dai medesimi durante un certo spostamento.

b) Esso rende superfluo lo stabilire il principio dell'equivalenza tra circuiti elettrici e lamine magnetiche in base al quale nei trattati di Elettrotecnica si derivano l'espressione analitica dell'energia potenziale di un circuito immerso in un campo e, successivamente, quella delle azioni meccaniche tra campi e correnti.

c) Accoppiando la reazione (1), o la (2), con la legge di Maxwell, per *sistemi aventi parti in movimento*, risulta soddisfatto il principio della conservazione dell'energia. A titolo di esempio si esamineranno due casi semplici e tipici.

1° — Sia un circuito rettangolare $c\,c$ rotante in un campo magnetico costante nel tempo eccitato da altro circuito $d\,d$ e compreso tra le due parti A e B di una struttura magnetica (vedi fig. 1 *a*).

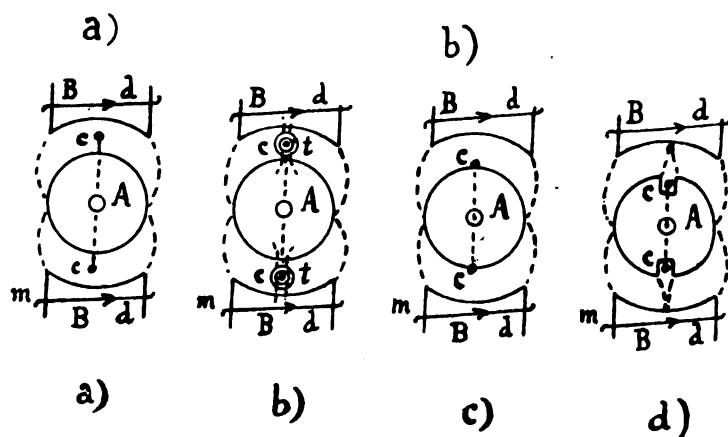



Fig. 1.

Facendo coincidere lo spostamento virtuale di cui all'enunciato della legge delle forze con quello reale $d\,l$ o $d\,\alpha$ che avviene in un tempo $d\,t$ e chiamando i la corrente nell'istante che si considera, si ottiene:

$$F\,v = e\,i \qquad \ldots\ldots (3)$$

dove F significa una forza eguale ed opposta a quella elettromagnetica F_e calcolata come sopra, $v = \frac{d\,l}{d\,t}$ è la velocità lineare del circuito ed e è la f. e. m. di induzione.

Ossia:

$$C\,\omega = e\,i \qquad \ldots\ldots (4)$$

dove $\omega = \frac{d\alpha}{d\,t}$ è la velocità angolare e C è una coppia eguale e contraria alla C_e. Queste relazioni (3) (4) sono soddisfatte anche nei riguardi dei segni; in altri termini F (o C) e v (od ω) hanno direzioni eguali oppure contrarie nello spazio, mentre, corrispondentemente, e ed i sono dirette nello stesso senso od in senso contrario nel circuito.

2° — Il circuito elettrico ecciti esso stesso il campo magnetico di cui si considerano le variazioni di concatenazione. Nella fig. 2 *a*) un circuito rettangolare $c\,c$ ruota tra le due parti A e B di una struttura magnetica delle quali solo la prima è simmetrica secondo tutte le direzioni diametrali.

Facendo ancora coincidere lo spostamento virtuale con quello reale del circuito in un certo istante, si ritrovano le relazioni (3) e (4), dove per e si intende la f. e. m. di induzione dipendente, non dalle eventuali variazioni $d\,i$ della corrente, ma da quelle della riluttanza (in altri termini da quelle del coefficiente di autoinduzione).

d) Il nuovo enunciato ha il vantaggio previsto dapprincipio di facilitare la determinazione delle parti di un sistema di campi e correnti ove risultano applicate le forze meccaniche, di origine elettromagnetica. Per dimostrare l'attendibilità dei risultati ai quali si perviene, applicandolo, verranno esaminati alcuni casi tra i più semplici ed istruttivi. Quelli più complessi si potranno trattare, in via approssimativa, scomponendoli nei primi e tirando la somma delle conclusioni.

Forze meccaniche in sistemi comprendenti un circuito elettrico ed un campo magnetico non eccitato dal medesimo.

Nella fig. 1 *a*) si ha, come è già stato detto, un circuito elettrico *c c* libero di girare tra la parte cilindrica *A* di una struttura magnetica e la parte *B*, ambedue fisse.

Nella fig. 1 *b*) si suppone per di più che i lati del circuito *c c* normali al piano del foglio siano collocati entro tubi di ferro *t t*, liberi come essi di girare nel traferro.

Nella fig. 1 *c*) il circuito è solidale con la parte *A* del ferro, la quale è libera di girare rispetto alla parte *B* tenuta fissa.

La fig. 1 *d*) si differenzia dalla precedente per il fatto che i lati *c c* sono collocati entro canali anzichè alla superficie di *A*.

Si applicherà l'enunciato di cui sopra, imprimendo spostamenti virtuali di rotazione attorno al centro di figura alle diverse parti dei sistemi (*A*, *B*, *t t*, *c c*), e ciò *separatamente* l'una dall'altra. Si osserverà quali di essi danno luogo a variazioni di flusso concatenato col circuito *c c* e quali no. Le parti a cui quelli si riferiscono verranno, di conseguenza, ritenute, o meno, sottoposte a forze meccaniche di origine elettromagnetica.

Le conclusioni relative ai diversi casi sono le seguenti:

1 *a*) Una coppia meccanica sollecita il circuito *c c* ed un'altra, eguale ed opposta, si sviluppa totalmente nel ferro *B* se *A* è un cilindro liscio, oppure in parte anche su *A* se questo fosse dentato. Qualora il ferro *A* fosse liscio esso non sarebbe sottoposto a coppia di sorta; anche se libero di girare come il circuito *c c* non si muoverebbe.

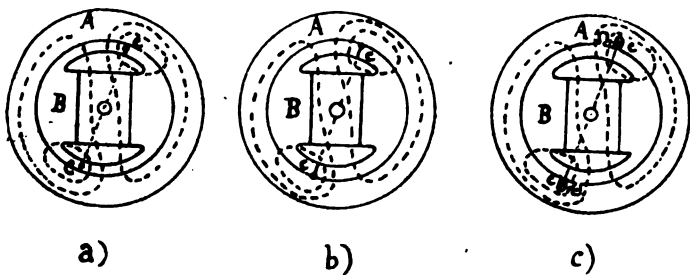



Fig. 2.

1 *b*) Le forze meccaniche sono nulle o minime sul circuito *c c*; se ne manifestano invece sui tubi di ferro. A parità di flusso magnetico, nel complesso eguagliano quelle che sarebbero spettate a *c c* in assenza dei tubi *t t* e sono dirette come le medesime. Si è quindi in presenza del noto fenomeno del trasferimento di forze dai conduttori al ferro attiguo ad essi. Questo è tanto più perfetto quanto meno saturi sono i tubi e più forte è il loro spessore. Quando il flusso non passa affatto nel foro interno dei tubi, uno spostamento virtuale impresso al circuito *c c* non determina nessuna variazione di flusso concatenato col medesimo, quindi nessuna forza è da ritenersi presente sopra il circuito. Per contro uno spostamento virtuale dato ai tubi *t t* origina una variazione di flusso concatenato, ragione per cui si devono ammettere esistenti delle forze sui tubi.

Sopra il ferro *B* si esplica, come al caso 1 *a*) una coppia meccanica eguale e contraria a quella dei tubi, poichè la variazione di flusso concatenato che si ottiene dando uno spostamento in una direzione a *B* è eguale alla variazione risultante da uno spostamento contrario impresso solidalmente ai tubi *t t* ed al circuito *c c*. Tale coppia si svilupperebbe in parte anche sul ferro *A* se questo fosse dentato.

1 *c*) Una coppia meccanica sollecita i conduttori *c c* ed un'altra eguale e contraria, si esplica tutta sul ferro *B*. Al ferro *A* non risulta applicata nessuna forza di origine elettromagnetica.

1 *d*) A differenza del caso ultimo appaiono forze sul ferro *A*. Quelle relative ai conduttori risultano attenuate; il trasferimento dal circuito agli attigui denti avviene in scala tanto più vasta quanto più chiusi sono i canali e più bassa è la saturazione dei denti.

Le conclusioni esposte si possono ritenere, nel complesso, confermate direttamente od indirettamente dall'esperienza. Da esse consegue anche che l'enunciato proposto contiene implicito il principio di azione e reazione che è fondamentale nella meccanica.

In quanto sopra non si è tenuto conto alcuno del flusso proprio del circuito *c c*. Esso verrà preso particolarmente in considerazione negli esempi che seguono.

Forze meccaniche in sistemi comprendenti un circuito elettrico ed un campo magnetico eccitato dal medesimo.

Nella fig. 2 *a*), come già detto, il circuito elettrico è *c c* ed *A* e *B* sono le due parti di una struttura magnetica con riluttanza disuniforme. Sia *c c* libero di girare nello spazio tra le parti *A* e *B* ambedue fisse.

Nella fig. 2 *b*) il circuito *c c* è disposto sulla superficie interna di *A* ed è libero di girare assieme ad *A* rispetto a *B*.

Nella fig. 1 *c*) il circuito *c c* è disposto entro canali praticati sopra *A*.

Applicando la solita legge risulta:

2 *a*) Il circuito è sottoposto ad una coppia rotativa ed una coppia eguale ed opposta, si esplica tutta sul ferro *B* se *A* è liscio, come indicato in figura, ed in parte anche su *A* se questo fosse dentato.

Rendendo libero anche *A*, esso non si muoverebbe se liscio.

2 *b*) Il circuito è sollecitato come sopra e la coppia contraria si esplica tutta su *B*.

2 *c*) Le forze meccaniche dal circuito si trasferiscono sul ferro *A* in misura più o meno forte, mentre nulla cambia circa il resto rispetto al caso precedente.

Benchè manchino esperienze riguardo ad alcuno dei casi quì considerati, od almeno non sono note allo scrivente, le conclusioni sembrano fondate in quanto sono derivate come le precedenti, secondo un criterio generale unico.

Forze meccaniche in sistemi comprendenti due circuiti elettrici e il campo magnetico da essi eccitato.

Nella fig. 3 *a*) i circuiti *c c* e *d d* sono disposti entro canali praticati sulle superfici affacciate delle parti *A* e *B* di una struttura magnetica girevoli l'una dentro l'altra.

Nella fig. 3 *b*) sono *c* e *d* due circuiti montati su uno stesso nucleo di ferro *B*. Si immaginino percorsi da correnti dirette nello stesso senso (vedi nucleo sinistro) oppure in senso contrario (vedi nucleo destro).

Applicando la legge di cui sopra si conclude:

3 *a*) Ad ogni circuito *c c* o *d d* compete una coppia rotatoria che sarebbe tutta applicata sui conduttori se le parti *A* e *B* fossero liscie anzichè dentate, ed è invece attribuibile anche al ferro nel caso a cui la figura si riferisce. Qualora i canali siano completamente chiusi ed il flusso non passi affatto entro essi, i conduttori vanno ritenuti

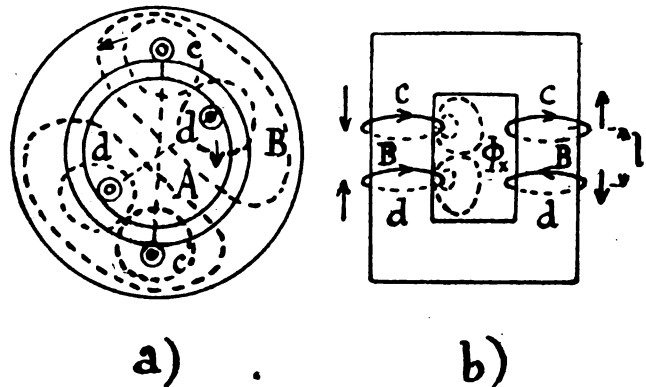



Fig. 3.

esenti da forze meccaniche perchè uno spostamento virtuale impresso ai medesimi non produce alcuna variazione di flusso concatenato.

Le coppie sono eguali ed opposte. Le frecce che ad esse si riferiscono nella figura valgono per le direzioni relative di corrente assunte nella medesima e indicate con cerchio e punto.

3 *b*) Ad ogni circuito *c* o *d* risulta applicata una forza normale al proprio piano. Tali forze agiscono nel senso di avvicinare i circuiti od in quello di allontanarli a seconda che le correnti hanno direzioni eguali o contrarie, conforme a quanto è ben noto. Il ferro non è sede di forze elettromagnetiche, perchè dando uno spostamento assiale ai nuclei rispetto ai due circuiti il flusso in esso non muta, a parità di corrente, e si può ritenere che neppure varîino i flussi di dispersione.

Forze meccaniche nelle macchine ad induzione.

Sulle due parti *A* e *B* di una struttura magnetica del genere di quella in fig. 3 *a*) siano disposte due terne di circuiti le cui correnti trifasi eccitino un campo rotante. La coppia che le due parti risentono sarà la somma delle coppie elementari dei singoli circuiti. E' agevole dimostrare, partendo dalla legge sopra esposta, che ogni coppia elementare ha l'espressione (2) nella quale si intenda per $d\Phi$ una variazione del flusso concatenato e rotante Φ, e per $d\alpha$ lo spostamento angolare effettivo del medesimo rispetto al circuito che si considera, necessario per produrre la variazione $d\Phi$. La macchina sia immobile e si ritenga, per semplicità, che i campi alternati di ogni circuito siano distribuiti sinusoidalmente nello spazio come quello risultante, cioè si trascurino le armoniche superiori. Imprimendo uno spostamento angolare virtuale $d\alpha$ ad un circuito, ad es., a *d d* posto sopra *A*, questo subirà una variazione dei flussi concatenati relativi ai tre circuiti rimanenti di *A*., la quale sarà molto attenuata per il fatto di trovarsi i

conduttori nei canali, in zone prive, o quasi, di linee di forza. Imprimendo nello stesso senso uno spostamento analogo anche al ferro A, il circuito prescelto subisce variazioni di flussi concatenati che, sommate colle precedenti, danno un risultato che coincide con quello proprio di una struttura magnetica senza canali. Ora la variazione di concatenazione dei 5 flussi sopramenzionati è sostituibile con la seguente.

Tenuto fisso il circuito $d\,d$ si spostino di un angolo $d\,\alpha$ tutti i 6 flussi in senso contrario a quello di cui sopra e si sposti a ritroso il flusso proprio del circuito $d\,d$ di uno stesso angolo $d\,\alpha$. E' evidente che il primo spostamento coincide con quello che avviene precisamente in un tempo $d\,t$ per una rotazione effettiva $d\,\alpha$ del campo Ferraris. Invece il secondo spostamento non dà origine a variazione di flusso concatenato, essendo un circuito ed il flusso alternato proprio sempre nella condizione di massima concatenazione. Si può quindi ritenere dimostrata l'applicabilità della formula (2) anche alle macchine ad induzione nella condizione di riposo, e ciò per i circuiti dell'una o dell'altra parte di esse. In modo analogo può venire trattato il caso in cui una delle parti è in movimento rotatorio.

Forze meccaniche nei trasformatori in corto circuito.

Per ultimo si farà un applicazione della formola (1) al calcolo delle forze meccaniche per trasformatori il cui secondario venga a trovarsi accidentalmente in corto circuito si riterrà, per semplicità, che primario e secondario constino di una matassa cadauno, disposte come schematicamente indicato nella fig. 3 *b*), oppure concentricamente.

Per effettuare questo calcolo sarebbe necessario valutare le variazioni dei flussi di dispersione che, a correnti invariate, conseguono ad uno spostamente virtuale $d\,l$ nel senso assiale del nucleo (oppure nel senso radiale se le matasse sono concentriche) impresso all'uno od all'altro circuito. La cosa si semplifica grandemente ammettendo, in via di ipotesi, che il flusso di dispersione globale Φ_x eccitato dalle due correnti primaria e secondaria (supposte in fase) sia proporzionale alla distanza l delle mediane delle matasse (misurata parallelamente allo spessore assiale o radiale). Ciò equivale a considerare la sola riluttanza magnetica dello spazio compreso tra le superfici affacciate delle due matasse. Se gli spessori delle matasse non sono trascurabili, conviene adottare per l una distanza minore e precisamente eguale alla precedente diminuita da $\frac{1}{6} \div \frac{1}{3}$ dello spessore complessivo delle due matasse. [1].

Per ognuno dei circuiti si può scrivere allora, essendo $\Phi = \frac{\Phi_x}{2}$:

$$\frac{d\,\Phi}{d\,l} = \frac{\Phi_x}{2\,l}$$

e quindi la forza massima di ripulsione a regime di corto circuito stabilito, che si verifica nell'istante in cui è massima la corrente sinusoidale nei circuiti, sarà, chiamando $I_{1\,\text{mass}} = I_1\sqrt{2}$ tale corrente in ampère ed esprimendo l in cm.:

$$F_e = \frac{10\,N_1\,I_{1\,\text{mass}}\,\Phi_{x\,\text{mass}}}{2\,l}\,, \quad \text{in dine.}$$

Ora la tensione sinusoidale di frequenza f assorbita dal primario avente N_1 spire ha un valore efficace:

$$V_1 = 4{,}44\,f\,N_1\,\Phi_{x\,\text{mass}}\,10^{-8}\,, \quad \text{in volt.}$$

Per cui:

$$F_e = \frac{V_1\,I_1\sqrt{2}}{8{,}88\,f\,l}\,10^{-7}\,, \quad \text{in dine, ossia:}$$

$$F_e = 1{,}62\,\frac{V_1\,I_1}{f\,l} \quad \text{in kg} \qquad \ldots\ldots (5)$$

Questa formula pratica collima con quella ben nota data dallo Steinmetz (2) la quale porta come coefficiente numerico 0,81 invece di 1,62, riferendosi essa al valore medio delle forze meccaniche anzichè a quello massimo.

La coincidenza non sorprende, in quanto lo Steinmetz si serve del principio della conservazione dell'energia, in base al quale sviluppa delle relazioni tra le varie forme di energia, mentre lo scrivente è partito da una relazione la quale, come si è visto, soddisfa a quel principio se associata alla legge dell'induzione.

Le relazioni (1) o (2) sono applicabili analogamente per il calcolo delle forze meccaniche in altri sistemi di correnti e circuiti, come elettromagneti, ecc. senza bisogno di mettere ogni volta in equazioni il principio della conservazione dell'energia.

---

[2] *Theorie and calculation of electric circuits*, pag. 101.

[1] Vedasi anche su questo giornale, 1914, pag. 591, una memoria di A. ZELEWSKI.

L'EVOLUZIONE DELLE TEORIE FISICHE, DAL XVIII SECOLO AD OGGI, ED IL CONTRIBUTO SCIENTIFICO DEI DIVERSI PAESI [1]

A. REY

PARTE I. – LA FISICA DI NEWTON E LA FISICA DI FRESNEL-MAXWELL-CLAUSIUS.

1. – La fisica di Newton.

Alcune scoperte di capitale importanza, fatte nei riguardi dei fenomeni elettrici, ottici e termici hanno provocato, durante i secoli XIX° e XX°, le più profonde modificazioni nel modo di concepire e di interpretare i fenomeni fisici. Ma si è trattato di una « evoluzione », sia pure rapida, piuttosto che di una « rivoluzione » vera e propria, con gli urti catastrofici che la caratterizzano.

Verso la fine del XVIII° secolo, la tradizione fisica era interamente basata sulle idee newtoniane, generalmente considerate dai contemporanei (p. es., da Kant) come *definitive*, almeno nelle loro linee d'insieme. Il tipo delle leggi fisiche sembrava essere la legge della attrazione universale; e questa idea, enunciata nettamente da Laplace [2], doveva dominare nel campo della fisica fin verso la metà del XIX° secolo, dando origine a tutta una nuova filosofia della natura, in sostituzione della filosofia cartesiana dei vortici e dei corpuscoli, della quale, pure, erano stati validi assertori Eulero, Huyghens ed i Bernouilli.

Veramente, Newton non fu mai interamente tranquillo nei riguardi della ipotesi di una azione esercitantesi *a distanza* fra i corpi; ma i suoi discepoli ed i suoi successori non ebbero i suoi scrupoli e la sua prudenza divinatrice. Così, Cotes e Boscovich (1758) edificarono tutto un sistema di teorie intese a spiegare i fenomeni naturali in base a questo concetto: che gli elementi ultimi dell'Universo fossero dei centri di forza dotati di inerzia, capaci di respingersi fortemente a distanze piccolissime (per render conto della impenetrabilità della materia) e di attrarsi invece, a distanze sensibili, secondo la legge di Newton. E lo stesso Newton, del resto, aveva già dato un esempio geniale di spiegazione dei fenomeni di rifrazione e di diffrazione della luce mediante concetti di questo genere. La teoria di Boscovich fu perfezionata da Laplace e accettata da Navier, Lamé, Clapeyron; e sembrò prendere forma definitiva con Poisson (1831): « Tutte le parti della materia sono soggette a due tipi di azioni mutue. L'uno è *attrattivo*, indipendente dalla natura del corpo, proporzionale al prodotto delle masse, e inversamente al quadrato delle distanze; questa azione si estende indefinitamente nello spazio, dà origine alla pesantezza dei corpi e, in genere, a tutti i fenomeni che rientrano nel dominio della meccanica celeste. L'altro tipo di azioni è *attrattivo e repulsivo*, dipende dalla *natura* delle particelle e dalla loro quantità di calore; la sua intensità diminuisce molto rapidamente con l'aumentare della distanza, e finisce col diventare inapprezzabile a distanze sensibili..... ».

Questo modo di considerare la natura è quello che ispira pressochè tutti i ricercatori dell'epoca, i quali tendono a descrivere i fenomeni per mezzo di relazioni del tipo di quella di Newton, e mediante enti che abbiano l'ufficio che le « masse » hanno nella gravitazione. E sono appunto i primi successi di questi tentativi, specie nel campo dei fenomeni elettrici, che consolidano l'accennata teoria. La scoperta di Cavendish (1773), che una sferetta metallica collocata entro un involucro sferico più grande ed elettrizzato resta neutra anche se collegata metallicamente all'involucro, e, più tardi (dal 1784 al 1786), le esperienze classiche di Coulomb con la bilancia di torsione, condussero alla conclusione che le azioni elettriche e magnetiche seguono leggi formalmente analoghe appunto a quella di Newton; in seguito, Poisson e Gauss completarono la teoria matematica dell'elettrostatica, partendo dalle leggi di Coulomb, così come Laplace aveva fatto, partendo dalla legge di Newton, nei riguardi della gravitazione. Un assestamento analogo avvenne altresì nel campo dell'elettrodinamica e dell'elettromagnetismo. Nel 1790, Galvani, a Bologna, scopriva ciò che chiamò « elettricità animale »; nel 1799-1800, Alessandro Volta, di Como, creava l'elettrodinamica, identificando la così detta « elettricità animale » con ciò che già si chiamava « elettricità », inventando la pila, iniziando lo studio dei fenomeni della corrente elettrica e introducendo, a fianco della nozione di carica elettrica, quella di corrente e di forza elettromotrice. Nel 1819-20 Oersted scopriva l'azione della corrente sull'ago magnetizzato; e nel 1827, finalmente, compariva la « Théorie des phénomènes électro-dynamiques uniquement déduite de l'expérien-

---

[1] Riassunto da *Scientia*, 1 maggio 1921, (Bologna, Zanichelli).

[2] *Exposition du système du Monde*, 6 ed., 1835, pag. 319. « La loi de la pesanteur réciproque au carré des distances est celle de toutes les émanations qui partent d'un centre, telle que la lumière; *il paraît même que toutes les forces, dont l'action se fait apercevoir à des distances sensibles, suivent cette loi; ....* ».

ce » con la quale Ampère fondava la teoria matematica dell'elettrodinamica e dell'elettromagnetismo, giungendo alla conclusione che l'azione reciproca di due elementi di corrente segue una legge simile alla legge di Newton.

Le ricerche sulla propagazione della luce conducevano intanto alla scoperta che anche la intensità degli effetti che la luce produce diminuisce col quadrato della distanza (Bouguer, Lambert, Arago); leggi analoghe venivano trovate nello studio della conduttività termica e dell'irradiamento termico, per merito di Rumford, Leslie, Magnus e, sopratutto, dell'italiano Melloni, che è stato chiamato « il Newton del calore » (Rey); e Laplace, sforzandosi di ritrovare le leggi dei fenomeni di capillarità, credeva di non poter mettere in dubbio che fossero anch'essi dovuti ad azioni molecolari di tipo newtoniano; mentre, d'altra parte, Lavoisier e Berthollet cercavano di spiegare con ipotesi analoghe le leggi delle combinazioni e delle affinità chimiche.

Sicchè, al principio del XIX° secolo s'era già formata una fisica poggiante su di una meccanica dinamista e che riteneva, con l'aiuto delle leggi elementari di questa meccanica, di poter scoprire le leggi ultime di qualunque fenomeno fisico-chimico. Essa postulava semplicemente, con i tre principî fondamentali della meccanica di Galileo (inerzia, indipendenza dei movimenti, azione e reazione), la legge newtoniana della attrazione, una azione repulsiva che diventava apprezzabile solo a distanze piccolissime e, infine, la nozione di massa, alla quale si aggiungevano, in certi casi, dei « fluidi imponderabili » (elettricità, calore, etc.) che le conferivano proprietà speciali, pur lasciandone invariata la grandezza. Non si può negare la semplicità grandiosa di questo complesso di teorie, che permise di intravedere per la prima volta la possibilità di un sistema *assoluto* di unità di misura (Fourier, Gauss, Weber, W. Thomson ....) e di giungere ad una teoria matematica universale dei fenomeni fisico-chimici. Ma esso si mostrò sempre poco atto, agli occhi più chiaroveggenti, a render conto delle differenze essenziali che indubbiamente sussistono fra i fenomeni gravitazionali e gli altri, quali la velocità, infinita in un caso, finita negli altri, di propagazione, e la non esistenza, nel caso della gravitazione, di quei fenomeni di riflessione, assorbimento, rifrazione, diffrazione che hanno così grande importanza in altri campi.

E le nuove scoperte, iniziate da Young (1801-1803) nel campo dell'ottica, resero sempre più evidente la incapacità dell'edificio teorico sopra accennato a dar ragione di tutti i fenomeni noti.

2. – La fisica di Fresnel - Mexwel - Clausius – *A)* L'Etere.

Le ipotesi sopra i poteri attrattivi e repulsivi, per i raggi luminosi, attribuiti simultaneamente alle stesse superficie, agli stessi mezzi, agli stessi orli dei corpi, e l'altra, ancora più fantastica, delle « vie di facile riflessione » o di « facile trasmissione » avevano sempre dato un carattere un po' incerto, malgrado gli sforzi di Biot e di Poisson, alle spiegazioni newtoniane dei principali fenomeni della rifrazione e della polarizzazione della luce. Ma nè queste ipotesi, nè altre ispirate dallo stesso ordine di idee si mostrarono capaci di spiegare ragionevolmente il fenomeno della interferenza, scoperto da Young (1801-1803): fenomeno che invece appariva chiaro, ove, lasciando cadere la teoria newtoniana della emissione, si riprendesse la teoria di Huyghens, quella delle vibrazioni. Spettava a Fresnel l'onore (1815-1818) di costruire una teoria della diffrazione e della interferenza, basata sulla ipotesi ondulatoria, che segnasse per la fisica il principio di un'era nuova.

Nel 1819 Arago scopriva la polarizzazione cromatica e le leggi della interferenza dei raggi polarizzanti; e Fresnel, riprendendo lo studio teorico della questione, dimostrava come la ipotesi della trasversalità delle vibrazioni luminose (Young, 1817) rendesse conto nel modo più semplice di tutti i nuovi fenomeni, per quanto complessi. Più tardi, Hamilton prevedeva per via teorica, e l'esperienza confermava, l'esistenza della polarizzazione conica. La teoria ondulatoria della luce era dunque solidamente costituita e s'imponeva universalmente.

Ma questa teoria ondulatoria, postulando, al posto dei « fluidi imponderabili » di tipo *continuo*, di Newton, l'esistenza d'un « *etere* » unico, capace di vibrare trasversalmente come un solido (dunque un etere *discontinuo*, atomistico) conduceva inevitabilmente a tutta una fisica ed una meccanica nuove, di tipo *cinetico* anzichè dinamista. E verso queste nuove concezioni si orientavano rapidamente gli sperimentatori, specie nel campo dei fenomeni elettrici e magnetici.

Nel 1800 Carlisle e Nicholson avevano decomposto l'acqua con la corrente elettrica; nel 1808 Davy aveva decomposto la soda e la potassa. Ma Faraday (1833-34), riprendendo le esperienze con maggiori cautele, scopriva le note due leggi dell'elettrolisi, rivelando così l'esistenza di un trasporto di cariche elettriche, effettuantesi per mezzo d'un supporto materiale (gruppi di atomi). L'elettricità usciva dunque dal dominio delle forze astratte agenti a distanza; e l'attenzione dei fisici cominciava a portarsi sopra il mezzo nel quale i fenomeni avvenivano, alla qual cosa essi erano indotti anche dalla legge di Ohm (1827), che metteva in evidenza la parte esercitata dai conduttori nel determinare l'entità del fenomeno della corrente. Ed anche in seno alla chimica, la teoria atomistica (Dalton, 1808; Prout, 1815; Dumas 1833) e la teoria elettrochimica (Grothius, 1806; Davy, 1807; Berzelius, 1818) contribuivano ad orientare la scienza verso le teorie della discontinuità e l'abbandono progressivo delle teorie dei « fluidi imponderabili ».

Spetta a Faraday il grande merito di aver fondato su solide basi una fisica dell'etere [3] che ha dominato per i primi due terzi del secolo XIX°. Nel 1831, scopriva il fenomeno delle correnti indotte, prodotte sia per mezzo di altre correnti che per mezzo di magneti; ed il curioso fenomeno dello « spettro magnetico » [4] orientava decisamente la sua mente verso lo studio del mezzo che separa i corpi influenzantisi reciprocamente. Non è verosimile che lo spazio attraverso il quale si producono i fenomeni di induzione si comporti come un mezzo attraversato da linee di forza, materializzate in qualche modo appunto nel caso dello « spettro magnetico »; che, cioè, per la presenza di conduttori percorsi da correnti e di magneti, il mezzo acquisti uno stato speciale di « tensione » che sarebbe la causa prima dei varî fenomeni? In tal caso, il mezzo servirebbe di « supporto » per così dire, alle azioni elettriche e magnetiche, esattamente come l'etere serve alla propagazione della luce: l'*azione a distanza* caratteristica delle teorie newtoniane non sarebbe che una semplice apparenza. Furono queste, in sostanza, le idee che Faraday sviluppò, in successivi lavori, dal 1830 al 1850, giungendo alla netta convinzione che la presenza di corpi elettrizzati o magnetizzati deformi, in qualche modo, le particelle costituenti il mezzo circostante. Sicchè, come Fresnel aveva riempito col suo etere lo spazio dei newtoniani, vuoto e attraversato dalle emanazioni luminose, così Faraday immaginava riempito sempre da un dielettrico lo spazio attraverso il quale si propagavano le forze, agenti a distanza solo in apparenza, di Coulomb e di Ampère. Questo dielettrico, non poteva essere, almeno nello spazio vuoto di materia (il vuoto interstellare, come il vuoto interatomico) lo stesso etere di Fresnel?

Già nel 1846 Weber, cercando di completare l'equazione elettrostatica di Coulomb con un termine riguardante l'eventuale moto relativo delle due cariche, era condotto ad introdurre un termine addizionale contenente una costante fisica delle dimensioni di una *velocità*; e questa velocità, determinata in base ai risultati di esperienze, risultò essere dell'ordine della velocità della luce. Contemporaneamente (1846-1847), in seguito ai suoi studi sulle relazioni fra la luce ed i fenomeni magnetici, Faraday scopriva il diamagnetismo; e W. Thomson (1845) ritrovava l'elettrostatica di Coulomb-Poisson partendo dalla elettrodinamica di Faraday, e costruiva la nozione di « permeabilità magnetica » (1847) per rappresentare l'attitudine dei diversi corpi ad acquistare le proprietà magnetiche. Il terreno era dunque pronto per la grandiosa generalizzazione di Maxwell. Il grande fisico scozzese comincia il suo tentativo nel 1855, con la nota « Sulle linee di forza di Faraday »; ed attraverso altri lavori, l'opera poteva dirsi completa, nelle sue linee generali, nel 1873, con la pubblicazione del suo « Trattato ».

L'idea fondamentale di Maxwell è che la velocità di propagazione delle onde trasversali del mezzo introdotto da Faraday, velocità calcolata in base ai risultati di esperienze elettromagnetiche, è talmente prossima a quella della luce, calcolata in base alle esperienze ottiche di Fizeau, da indurre a ritenere che la luce consista proprio in vibrazioni trasversali dello stesso mezzo le cui deformazioni sono la causa dei fenomeni elettrici e magnetici. Così, avveniva un collegamento inaspettato fra fenomeni di tipo il più diverso (elettrici, magnetici, ottici, termici), sede comune dei quali era un etere unico, il cui stato era definito in ogni punto dai valori del campo elettrico e magnetico, mutuamente collegati; e le onde luminose risultavano della stessa natura delle onde elettromagnetiche.

Dal 1860 all'80, W. Thomson ed Helmholtz portarono preziosi contributi allo sviluppo delle idee maxwelliane; le quali poi ricevevano la più brillante conferma dalle celebri esperienze di Hertz (1888), riprese e completate da altri (fra cui Righi), e che davano origine alle prime esperienze di segnalazione elettrica, a distanza, senza fili. (Marconi, 1896).

3. – La fisica di Fresnel - Maxwell - Clausius – *B)* La materia ponderabile.

La fisica dell'etere poc'anzi abbozzata, aveva tendenze puramente meccaniche e cinetiche; aveva escluso le nozioni di *azione a distanza* e di *forza astratta*, caratteristiche delle teorie newtoniane, sostituendole con quelle di un *mezzo*, attraverso cui le azioni si propagavano, e delle *tensioni o pressioni*, di natura elastica, di questo mezzo. Ma occorreva completarla con una teoria della materia ponderabile, immersa nell'etere, che ne subisce le azioni e reagisce sopra di lui. Nacque allora una fisica cinetica degli atomi, complementare dell'altra, che sembrò in principio poco feconda di risultati, ma che doveva avere più tardi una brillante rivincita con la fisica elettronica.

Questa fisica cinetica della materia ponderabile poggia sopra due cardini fondamentali: una grande scoperta sperimentale (l'equivalenza fra calore e lavoro: 1° *principio della termodinamica*), ed una teoria, di origine anch'essa sperimentale, (la *teoria cinetica dei gas*).

---

(3) Alla qual cosa ha forse contribuito la circostanza che Faraday, pur avendo un intuito matematico di primissimo ordine, conosceva relativamente poco la tecnica della matematica ed era quindi poco influenzato dalle correnti tradizionali del pensiero newtoniano; cioè era più pronto di altri contemporanei ad accogliere senza prevenzione delle concezioni di tipo radicalmente differente dal newtoniano.

(4) La speciale distribuzione della limatura di ferro intorno ad un magnete.

L'equivalenza fra calore e lavoro fu intravista da Sadi Carnot (1832), enunciata esplicitamente da Mayer (1842) e ritrovata sperimentalmente da Joule (1843), che contribuì largamente a diffondere la nozione; nel 1847 Helmholtz ne deduceva, enunciandolo in forma precisa per la prima volta, il celebre *principio della conservazione dell'energia*. La teoria cinetica dei gas è una traduzione, in un caso speciale, dell'idea che ogni forma d'energia si riduce, in ultima analisi, a del lavoro meccanico, all'energia cinetica di masse in moto. Essa suppone, che i gas siano costituiti da piccole masse (le *molecole;* ciascuna di esse è formata, a sua volta, da più atomi, in generale) in rapidissimo movimento attraverso l'etere, di dimensioni assai piccole rispetto le loro distanze medie; le loro traiettorie sono rettilinee finchè non sopraggiungono urti (proprî od improprî) nei quali esse si comportano come corpi elastici. La temperatura del gas sarebbe una funzione dell'energia cinetica media delle particelle; la pressione esercitata sulle pareti sarebbe il risultato dei numerosissimi piccoli urti delle particelle contro le pareti stesse.

Questa teoria fu elaborata da Clausius (1850-1858), in modo magistrale, riprendendo una vecchia idea, per altro assai vaga, di P. Bernouilli (1738), e fondandosi sopra i lavori di Avogadro, Boyle-Manotte, Gay-Lussac, e fu completata da Maxwell (1859.....) seguendo l'idea, dimostratasi poi così feconda, che le leggi fisico-chimiche hanno carattere *statistico;* di esse, cioè, sono il risultato medio d'un grandissimo numero di azioni elementari che non ci è possibile di seguire singolarmente.

Si delineava così, verso la fine del secondo terzo del XIX° secolo, una teoria cinetica generale dell'Universo, fondata essenzialmente sulle leggi della Meccanica. E mentre la scuola newtoniana, nata in Inghilterra, s'era sviluppata essenzialmente sul continente, la nuova fisica dell'etere nata sul continente, con Fresnel, aveva progredito essenzialmente per merito della elaborazione teorica fatta da tre inglesi (Fadaray, Maxwell, W. Thomson) della serie di scoperte sperimentali, fatte un po' dovunque che inaugurata dai classici lavori di Alessandro Volta, giungeva sino alle ricerche di Hertz.

Le prime origini della teoria della materia ponderabile debbono invece ricercarsi nei lavori di Avogadro, di carattere chimico, di Sadi Carnot, di tipo energetico e di Helmholtz; ma la teoria ebbe il suo pieno sviluppo solo più tardi, con Clausius e Maxwell.

LETTERE ALLA REDAZIONE

Ancora sull'elettrificazione della Torino-Lanzo-Ceres.

Riceviamo e pubblichiamo:

Egr. Sig. Redattore Capo,

Mi permetta di interloquire nella vexata quaestio *del peso dei locomotori.*

L'Ing. Cusmano nella sua critica, nella quale in parte consento, sul modo in cui viene effettuato il servizio viaggiatori sulla Lanzo-Ceres, trova eccessivo il peso del locomotore adottato e prende occasione di riaffermare il primato in fatto di peso specifico del locomotore trifase, vediamo se ha ragione. Non intendo qui di far l'apologia di nessun sistema e tanto meno di una Casa costruttrice, ma sarebbe ingiusto disconoscere il buon proporzionamento di questa nuova locomotiva; al Capo Movimento della Torino-Ceres di saperla sfruttare convenientemente.

Non insistiamo sull'ingombro, generoso si, ma giustificato in una locomotiva di tipo nuovo a così alta tensione e veniamo all'essenziale.

Se partiamo dal concetto di utilizzare al massimo il materiale sia costruttivamente che dal punto di vista dell'esercizio, dovremo utilizzar la massima potenza oraria a 30 km-ora sulla massima pendenza col massimo sforzo compatibile al gancio, usufruendo della massima aderenza possibile. Assumendo questa di 1/5 e prendendo per una ferrovia secondaria come la Torino-Ceres uno sforzo massimo di 7000 kg al gancio, avremo

$$\text{potenza necessaria al gancio } \frac{70000 \times 30}{102 \times 3{,}6} = 572 \ kW$$

$$\text{peso aderente necessario } \frac{7000}{200 - (35 + 7)} = 44{,}25 \ tonn$$

La locomotiva trascinerebbe piuttosto qualche tonn in meno *che non in più del necessario per utilizzare al meglio il materiale. E se, adottando gli stessi criteri, si volesse fare il confronto colle nostre ottime locomotive trifasi G° 550 (portando però a 7700 kg il massimo sforzo di trazione per linee acclivi) si troverebbe che esse pesano 14 tonn in più dello stretto necessario, il che capovolgerebbe completamente il ragionamento dell'egr. Ing. Cusmano.*

Ma non voglio qui polemizzare e giocare con le cifre, ma venire ad una conclusione ed è la seguente: finchè non si sia stabilita una base di confronto fra locomotive di diversi sistemi non ci si intenderà mai sul maggior o minor peso specifico di un locomotore rispetto all'altro. L'unico confronto razionale è sempre quello dei singoli casi tenendo conto delle particolari condizioni del tracciato ed esigenze del servizio. Allora si può facilmente vedere come il nostro locomotore G° 550 sia perfettamente adatto per la trazione sulla linea dei Giovi (Busalla Pontedecimo) cui avevamo paragonato (si parva licet...) il tratto Ceres-Pessineto.

E poichè sono sull'argomento, mi permetto di affermare che non vedo perchè la locomotiva a c. c., sia pure ad alta tensione, abbia a risultare più pesante di quella trifase, a parità di prestazione, non certo perchè in questa i motori in sè possano farsi più leggieri (per quanto abbiano un intraferro minimo): il peso per HP dei motori di locomotori trifasi di diversi sistemi si aggira sulle 13 tonn per mille cav. orari. Il rimanente dell'equipaggiamento elettrico varia da 1/3 ad 1/4 del peso totale della parte elettrica.

Eguali valori si hanno in locomotive a corrente continua a motori di una certa potenza (unità di 150 kW almeno) a ventilazione forzata. Nella locomotiva della T.-C. la proporzione fra il peso dei motori ed il peso totale dell'equipaggiamento è di 2/3, a malgrado la relativa piccolezza delle unità.

Ma c'è sempre a favore della c. c. la gran quistione della elasticità del motore la quale giustificherebbe anche un maggior peso per unità di potenza. La tendenza attuale in America è di tenere i motori poco saturati — e quindi più pesanti — per poter regolare la velocità agendo sul campo. Ora quando si possono avere locomotive come quelle della Pennsylvania N. Y. Terminus che, con semplice regolazione del campo, sviluppano 2000 HP entro limiti di velocità da 50 a 82 km-ora e 3000 HP entro limiti da 42 a 65 km-ora (Vedi comunicazione del Potter all'I. E. E. di Londra del marzo 1916) non si può sostenere seriamente che il locomotore trifase sia quello che abbia il minor peso per unità di potenza.

La locomotiva a vapore, stazione generatrice ambulante è stata sostituita dal locomotore elettrico, stazione trasformatrice ambulante: ai tecnici di rendere questa sempre più semplice e perfetta, ai Capi-movimento di escogitare, anche a costo di qualche modificazione nel servizio, il modo di meglio utilizzarla: questo può avvenire più facilmente su linee Secondarie o speciali e potrà indicare la via ad eventuali modificazioni nell'esercizio ferroviario delle grandi linee.

Con cordiali saluti

Dev.mo JERVIS

*

Sulla elettrificazione della Torino - Ceres.

Dal Prof. Ferraris abbiamo ricevuto la seguente risposta alla lettera dell'Ing. Cusmano:

La Redazione dell'Elettrotecnica non si è male apposta prevedendo che i tecnici della Ferrovia di Lanzo non avrebbero lasciato senza risposta le critiche e l'attacco mossi dall'Ing. Cusmano al loro impianto ed al loro operato (Elett. N. 24 - 5 sett. 1921).

L'Ing. Cusmano sostanzialmente afferma che sono ingombranti le dimensioni ed eccessivo il peso dei locomotori della Lanzo in raffronto non solo ai locomotori a corrente continua bassa tensione, ma anche agli stessi locomotori monofasi: conseguentemente egli afferma ancora che il maggior peso influisce dannosamente sull'esercizio, cosicchè il servizio sarebbe risultato notevolmente più economico coll'adozione di automotrici a 1500 V.

Esaminiamo partitamente le varie questioni così poste dall'Ing. Cusmano.

Per riguardo alle dimensioni *ed al* peso, *ricordiamo che nei locomotori della Lanzo con peso totale di 42 tonn. la potenza oraria, fissata contrattualmente in 410 kW, è praticamente risultata nelle prove di officina e di esercizio di 515 kW (la prudenza opportunamente usata dal costruttore nel proporzionare il nuovo tipo di motore, che è oggi tanto utile al nostro esercizio, e l'errore fatto da chi ha ridotto in kW le potenze da me indicate in Cav. in fine del mio articolo* (El. N. 20 - 15 luglio 1921) *hanno dato facile sfogo allo spirito del critico! — risulta così per tali locomotori il peso di 60 kg per Cav.: ricordiamo ancora che della lunghezza totale di m 12,80 il bagagliaio occupa m 2,40. Per il raffronto con altri sistemi si dovranno dunque assumere locomotori con potenza intorno a 700 Cav. e con analoga disposizione meccanica generale, cioè senza trasmissione a bielle e manovelle.*

Per il monofase *l'Ing. Cusmano cita una locomotiva della Spokane & Inland Railway: non so donde egli abbia tratti i dati riportati, trovo però nell'Elektrische Kraftbetriebe und Bahnen (1911 - N. 26, pag. 533) che queste locomotive hanno una potenza di 540 Cav. (e non 600), ed una lunghezza di m 8,70 (e non 7) col peso di 45 tonn.: presentano cioè un peso di 83 kg p. Cav. Per la stessa linea trovo ancora una locomotiva da 700 Cav., meglio paragonabile alla nostra, con peso di 93 kg. p. Cav. Accennerò ancora alla locomotiva della Centrale Umbra a 4 assi: potenza 400 Cav., peso 40 tonn. cioè 100 kg p. Cav.*

Per la corrente continua a bassa tensione *ricorderò il tipo E420 impiegato dalle FF. SS. sulle Linee Varesine: tensione 650 V. potenza 600 Cav. lunghezza m 10,20, peso 34 tonn. e conseguentemente un peso di 57 kg p. Cav. ed il locomotore delle Ferrovie Vicinali di Roma: tensione 1500 V. potenza 400 Cav. lunghezza m 12, peso 35 tonn. cioè 87 kg p. Cav.*

Per il trifase mi limiterò a richiamare la locomotiva Ganz E430 fornita alle FF. SS. per le Linee Valtellinesi: potenza 600 Cav. lunghezza m 10,30, peso 48 tonn. e quindi 80 kg p. Cav.

Non si potrebbe naturalmente stabilire il raffronto del locomotore della Lanzo con altri notevolmente diversi per potenza o costruzione meccanica, come p. es. i tipi delle FF. SS. E320 a corrente continua e G360, E330 trifasi: i valori riportati bastano però a comprovare con tutta sicurezza che per peso e dimensioni il locomotore della Lanzo sostiene vittoriosamente il confronto colle locomotive monofasi, ed in buone condizioni anche con quelle a corrente continua bassa tensione.

Prima di procedere devo ancora rilevare un altro errore tipografico occorso nel mio articolo: il treno viaggiatori fra Torino e Germagnano era previsto in contratto in 145 e non 105 tonn. errore ben facile a correggersi da chi avesse posto mente al peso di 250 tonn. indicato per i treni merci. Effettivamente per la maggior potenza dei motori rispetto a quella contrattuale il peso dei treni in tale tratto può oggi salire, con notevole vantaggio del nostro servizio, rispettivamente a 189 e 312 tonn. per i viaggiatori e per le merci, cosicchè di fronte alla potenzialità di trasporto di 128 ed 80 persone, affermata dal Cusmano, rispettivamente fra Torino e Germagnano e fra questa stazione e Ceres, si ha invece una disponibilità di ben 320 e 150 posti a sedere; in caso di affollamento si sono già trasportate rispettivamente 500 e 250 persone, perchè appunto le nuove vetture furono allo scopo previste con ampie piattaforme non solo ai lati ma anche al centro.

Per concludere sull'argomento del peso noterò che se l'Ing. Cusmano si fosse accertato che i dati assunti per la composizione dei treni viaggiatori e merci sono appena sufficienti al nostro servizio, e se prima di volersi erigere a critico avesse stabilito qualche calcolo, si sarebbe facilmente persuaso che il peso del locomotore è quanto occorre per garantire il peso aderente corrispondente allo sforzo di trazione richiesto per il traino dei treni merci e per il rapido avviamento di quelli viaggiatori.

In merito alle automotrici, *che, afferma l'Ing. Cusmano, si sarebbero dovute utilmente adottare sulla linea di Lanzo, limitandone perciò la tensione a 1500 V., notiamo che l'adozione dei 4000 V non veniva perciò solo ad escludere questa soluzione, come facilmente risulta a chi osservi che p. es. le automotrici delle FF. SS. potrebbero facilmente contenere la nostra cabina ad alta tensione, lasciando ancora un'ampia disponibilità per non meno di 50 posti a sedere. Ben diverse sono le ragioni dell'esclusione: si è già ricordato che sulla nostra linea non si potrebbe ridurre la composizione dei treni e tanto meno si potrebbe trasformare l'esercizio in un servizio tramviario, come presuppone il Cusmano in quanto propone un tipo di automotrice al quale può competere una potenza non molto superiore a 200 Cav.: ed è ben noto che le automotrici male corrispondono alle esigenze di un esercizio ferroviario, tanto che p. es. sulle Linee Valtellinesi si dovettero abbandonare completamente.*

Di fatto i tecnici della Ferrovia di Lanzo hanno dovuto nel loro studio preoccuparsi delle esigenze di un servizio assai complesso, cioè di un movimento viaggiatori molto intenso nel tratto fra Torino e Germagnano, ed invece ridotto oltre tale stazione, e di un traffico merci così importante specie nel primo tratto da costituire uno dei redditi principali della linea: in condizioni normali si sarebbe forse potuto pensare a distinte soluzioni per i diversi servizi, non così nel periodo in cui fu iniziato l'impianto, perchè la necessità di ridurne la spesa imponeva nel modo più assoluto l'adozione di un solo tipo di motrice per tutto l'esercizio; appunto le caratteristiche dei nostri locomotori furono prescelte tenendo conto di tale necessità e della importanza relativa dei diversi servizi. Della scelta fatta non abbiamo a pentirci se consideriamo i risultati di esercizio conseguiti: di fatti nel nostro impianto il consumo di energia sta intorno a 42 wattora per tonn.-km. reale (27 *virtuale*), *le Linee Varesine presentano un consumo di 38,4 Wh per tonn.-km reale* (32 *virtuale*), *sempre sulla corrente continua: se si tenga conto dell'intensità molto maggiore del traffico e delle pendenze notevolmente minori delle Varesine (fra Milano e Gallarate km 41, pendenza media 2,8, massima 6%, il raffronto non risulta certo a nostro sfavore.*

Sulla tensione di esercizio *l'Ing. Cusmano afferma che l'adozione di 1500 V avrebbe presentato per l'impianto e l'esercizio della Ferrovia di Lanzo notevoli vantaggi, perchè, egli dichiara, col crescere della tensione si riducono bensì gli ampere di linea ma si aumentano i kilowatt di consumo, in quanto alla maggior perdita nel rame si sostituisce la maggior perdita nei gruppi convertitori che si devono installare invece delle commutatrici, ed ancora perchè alla maggior spesa per il rame si viene a sostituire la maggior spesa di un impianto inutilmente più potente, più complicato e di minor rendimento.*

Ora per riguardo all'impianto notiamo che per mantenere negli stessi limiti la caduta in linea colla tensione di 1500 V, non volendo andare incontro ad un notevolissimo aumento del peso di rame, si dovrebbero raddoppiare le sottostazioni: sarebbe così stata notevolmente maggiore la spesa di impianto, superiore la potenza del macchinario installato per la duplice riserva, più alte le spese di esercizio e particolarmente di personale. Non solo per la spesa di impianto, ciò è per sè evidente, ma ancora per il rendimento sono errate le affermazioni del Cusmano, in quanto trascurano l'influenza che la potenza del macchinario ed il fattore di carico esercitano sul rendimento: anche questo mio giudizio è basato su precisi dati di fatto: il rendimento della nostra sottostazione tocca ora il 77%, invece quello complessivo delle sottostazioni delle Linee Varesine (con commutatrici) è del 68,5%. Tenuto conto delle condizioni di traffico e di potenza delle Varesine, questi risultati permettono di affermare che il sistema da noi attuato rispetto a quello caldeggiato dal Cusmano nelle sottostazioni presenta un miglior rendimento dal 10 al 15%; per questo solo fatto col nostro traffico si ottiene annualmente l'economia di 250 000 a 350 000 kWh.

Non ci rimane che a porre in evidenza la fallacia dei calcoli che il Cusmano stabilisce per comprovare il risparmio annuo di energia che le automotrici da lui proposte dovrebbero presentare in confronto dei nostri locomotori: il Cusmano assume a base di conteggio la diminuzione di peso di 40 tonn. per ogni treno: essendo di 42 tonn. il peso dei locomotori se ne deve dunque inferire che egli valuta in 2 tonn. il maggior peso di una automotrice rispetto ad una vettura rimorchiata di pari capacità. La valutazione del maggior peso della parte meccanica e dei pesi corrispondenti all'equipaggiamento elettrico ed al baguglio porta a stabilire che l'adozione delle automotrici non potrebbe permettere nella migliore delle ipotesi di realizzare per i treni viaggiatori una riduzione di peso superiore a 20 tonn.: a questo minor peso corrisponderebbe un risparmio annuo di energia di 250 000 kWh, che, secondo le precedenti deduzioni sarà ampiamente compensato dal minor rendimento delle sottostazioni. Ne possiamo pertanto concludere che, pur seguendo le idee del Cusmano e prescindendo da ogni altra considerazione, starà sempre a favore del nostro sistema il notevole minor costo dell'impianto ed il risparmio importantissimo nell'esercizio delle sottostazioni.

Abbiamo così opposto serie argomentazioni alle affermazioni dell'Ing. Cusmano, la fallacia delle quali non poteva che risultare per sè evidente a chiunque abbia pratica di costruzione e di esercizio di ferrovie elettriche. Del resto per giudicare sul valore tecnico della pubblicazione del Cusmano, basta por mente che egli in difetto di validi argomenti ricorre verso la fine della lettera ad affermazioni generiche, che potrebbero anche sembrare insinuazioni e che la serietà dell'Elettrotecnica non avrebbe dovuto accogliere nelle sue colonne. Tali affermazioni, se valgono forse ad indicare gli scopi che hanno mosso l'autore, non possono però minimamente toccare l'Amministrazione e la Direzione della Ferrovia Torino-Valli di Lanzo, che sa di poter forte affermare di aver sempre respinta ogni ingerenza bancaria, e di essere non senza difficoltà, riuscita a realizzare il sogno della elettrificazione ottenendo il necessario aumento di capitale unicamente dal risparmio nella zona servita dalla ferrovia.

Alla Redazione dell'Elettrotecnica, in nome dell'Amministrazione e della Direzione della Lanzo, porgo sentiti ringraziamenti per l'elogio col quale ha voluto concludere il breve commento editoriale all'articolo del Cusmano: permetta però la Redazione che, pur riconoscendo che il nostro impianto si può per la sua novità considerare come un esperimento, noi, tecnici ed amministratori, i quali abbiamo per mandato non di stabilire degli esperimenti, ma di tutelare gli interessi dei nostri azionisti, dichiariamo altamente di aver prescelto questo sistema, siccome quello che meglio corrispondeva alle esigenze del nostro servizio, ed offriva il massimo risparmio nel costo dell'impianto e nelle spese di esercizio. Abbiamo avuto fede nei progressi della tecnica ed abbiamo giustamente riposta ampia fiducia nella serietà della Ditta chiamata ad attuarli, ed ora ben possiamo affermare senza alcuna iattanza, non di aver attuato il « sistema unico » per l'elettrificazione delle ferrovie secondarie, perchè come tecnici ben sappiamo che ogni sistema ha il suo campo di applicazione, ma unicamente « di aver impiegato il sistema che meglio si adatta »: lo dimostrano con sicurezza i risultati di esercizio, e questi risultati non vengono infirmati nè dalle facili critiche, nè dalle affermazioni dell'ingegnere Cusmano.

Prof. Ing. LORENZO FERRARIS.

Senza entrare nel merito della polemica dobbiamo due parole di risposta agli appunti del Prof. Ferraris. La traduzione dei cavalli in kilowatt è una ingrata fatica a cui ci sobbarchiamo (come alla correzione dei simboli e delle notazioni) ogni qualvolta essa non implichi grave rimaneggiamento nel testo, in omaggio a precisi deliberati dell'A. E. I. e del Comitato Elettrotecnico Italiano di cui è *magna pars* lo stesso Prof. Ferraris. Ora le cifre incriminate, nell'originale del Prof. Ferraris che abbiamo sott'occhio sono di 560 Cav. (potenza oraria contrattuale) e di 800 Cav. potenza sviluppata e furono da noi tradotte in 415 e 590 kW rispettivamente (arrotondando le cifre esatte di 412,16 e 588,8). Un errore di stampa dopo l'ultima revisione — che deploriamo, pur non avendone colpa — ha trasformato il 415 in 485; ma i 515 kW di cui parla ora il Prof. Ferraris non hanno alcuna corrispondenza con gli 800 Cavalli del manoscritto e l'errore non è evidentemente imputabile alla Redazione.

Quanto all'appunto più grave, che non si sarebbe dovuto dar corso alle affermazioni finali dell'Ing. Cusmano, abbiamo letto più volte la lettera prima della pubblicazione, l'abbiamo riletta ancora adesso; sempre la sua ultima parte ci ha fatto l'impressione di una amara constatazione *generica*, di uno stato di cose senza dubbio deplorevole, ma generalmente riconosciuto ed ammesso.

(N. d. R.)

★

Sulle ipotesi per il calcolo delle grandi linee.

Riceviamo e pubblichiamo:

Spett. Redazione de L'Elettrotecnica

MILANO

In merito alla comunicazione dell'Ing. Castellani pubblicata nel N.° 21 (del 25 luglio u. s.) di questo giornale ed in seguito all'invito di codesta Onorevole Redazione di portare la discussione piuttosto nel campo delle ipotesi da mettere a base dei calcoli di linee elettriche, mi sia permesso di far presenti alcune osservazioni.

1°) *E' evidente che quando si tratta di ricercare analiticamente la soluzione di massima convenienza per una grande linea di trasporto si debba e si possa ricorrere ad ipotesi semplificative purchè si possa dimostrare che ciascuna di queste semplificazioni non porti ad errori di un ordine di grandezza non ammissibile per una buona soluzione del problema: altrimenti la matematica si presterebbe troppo bene per la soluzione dei più ardui problemi!*

Ora, è possibile tener conto nel problema in parola dell'onere annuo dovuto alla palificazione? L'Ing. Castellani partendo dall'onere annuo dovuto alla spesa per il conduttore

$$\frac{r}{100}\, 3\, s\, p\, C$$

dove r = *tasso d'interessi e ammortamento*
s = *sezione del conduttore in* mm²
p = *peso per km e* mm² *del conduttore*
C = *prezzo di 1 kg del conduttore*

scrive che si può tener conto dell'onere annuo dovuto alla palificazione con un aumento corrispondente del coefficente C, *intendendo che esso rappresenta il prezzo di 1 kg di conduttore più il prezzo chilometrico di palificazione che corrisponde all'aumento di 1 kg di conduttore.*

Mi pare che non sia possibile tener conto logicamente del costo della palificazione nella maniera proposta dall'Autore. Per convincersi di ciò basta fare qualche esempio:

Ho calcolato una serie di nove pali [1] *per una terna di conduttori ad* 80 000 *V, di cui*: 3 *per corda di rame di* 40 *mm² di sez. e campate di metri* 150-200-250; *e* 3 *per corda di rame di* 79,3 *mm² di sez. e campate di m* 150-200-250; *e* 3 *per corda di rame da* 116,9 *mm² di sez. e campate di metri* 150-200-250; *sollecitazione massima ammessa nei conduttori* 13 *kg per mm². Nella tabella seguente sono riportati i valori dei pesi dei pali (parte variabile) effettivamente calcolati e disegnati*:

d mm	s mm²	Campata m	P eff. kg.
9	40	150	394
		200	576
		250	842
12,6	79,3	150	402
		200	585
		250	821
15,3	116,9	150	431
		200	606
		250	891

Dalla quale tabella si ricava la seguente:

Campata m	Aumentando la sezione del conduttore		Aumento peso		Variazione di prezzo chilometrico della palificazione corrispondente all'aumento di un kg. di conduttore (ferro lavorato a L. 3 il kg. ad esempio)
	da mm²	a mm²	ferro della palificaz. kg.	rame kg.	
150	40	79,3	53,4	1089	Lire 0,147
150	79,3	116,9	193,5	1047	» 0,555
200	40	79,3	45	1089	» 0,124
200	79,3	116,9	105	1047	» 0,300
250	40	79,3	-84	1089	» -0,232
250	79,3	116,9	280	1047	» 0,800

dalla quale risulta che, per gli esempi sopra riportati, la variazione di prezzo chilometrico di palificazione corrispondente all'aumento di 1 kg di conduttore varia da un minimo di lire 0,232 *ad un massimo di lire* 0,800 *passando per i valori* 0,124-0,147-0,300-0555.

E che l'ipotesi ammessa dall'Ing. Castellani non sia accettabile e porti, variando il coefficente C *a piacere di chi fà i calcoli, a risultati assai poco verosimili, è dimostrato dalle seguenti considerazioni che non hanno bisogno di dimostrazione*:

a) *L'aumento del peso della palificazione coll'aumentare della sezione del conduttore non è proporzionale alla sezione stessa, ma, soltanto in parte, al diametro apparente del conduttore;*

b) *Il peso della palificazione a parità di campata aumenta con l'aumentare della distanza del più basso punto delle condutture da terra, con l'aumentare della distanza dei conduttori, con la diminuzione della sollecitazione unitaria massima ammessa nel rame;*

c) *Il peso della palificazione a km di linea è una funzione della campata media;*

d) *La variazione del peso della palificazione è una funzione complessa di molte variabili, alcune delle quali vengono scelte con criteri diversi da progettista a progettista a seconda di apprezzamenti individuali, e non vedo come sia possibile, anche ricorrendo a semplificazioni, tener conto matematicamente di tutti gli elementi in modo da avere una formula che possa servire ad esprimere il peso della palificazione con sufficiente approssimazione* ed in modo che il problema di minimo possa risolversi analiticamente.

A me sembra che gli esempi delle tabelle sopra riportate ci indichino la strada più conveniente.

In pratica si procede alla costruzione della linea nel seguente modo: Dopo aver determinato, in prima approssimazione, quale è la campata di massima convenienza, si deve necessariamente procedere alla picchettazione dei pali lungo il tracciato della linea stessa.

Per quanto il tracciatore cerchi di stabilire campate dell'ordine di grandezza della campata di massima convenienza, accadrà che, a seconda del profilo del terreno, avremo campate di lunghezza diversa ma la posizione dei singoli picchetti resterà definitivamente stabilita in rapporto al valore della campata di massima convenienza ed alle condizioni del terreno.

Prendendo in esame una qualunque di queste campate risulterà così che il suo valore è ben definito e costante; *cioè non è possibile variarlo per non allontanarci troppo dalla soluzione di massima convenienza o per ragioni topografiche. Se si potesse dimostrare che, qualunque sia il valore di questa campata, praticamente il peso dei pali non aumenta notevolmente coll'aumentare della sezione dei conduttori ne deriverebbe che, ripetendo il ragionamento per tutte le singole campate della linea, e qualunque sia il loro valore, il peso totale della palificazione potrebbe ritenersi praticamente costante. Infatti ammettendo* C = *costante*, qualunque sia il valore di C, *si ha per gli esempi sopra indicati*:

s in mm²	Aumento del peso della palificazione a km in kg		
	Campata m 150	m 200	m 250
40 → 79,3	60	45	-21
79,3 → 116,9	190	105	350

E poichè il costo del ferro lavorato è oggi di circa L. 2 *per kg, considerando il peso della palificazione come una costante, si possono commettere degli errori, in più o in meno, di non oltre* 250-300 *Lire a km.*

Quando si pensi che differenze ben maggiori si possono avere nelle previsioni di spesa per i trasporti, per la messa in opera e per i blocchi di fondazione dei pali stessi, mi pare che tale semplificazione agli effetti di uno studio di massima, sia ammissibile.

Livorno, Agosto 1921.

Ing. CARLO FASCETTI.

[1] *L'Elettrotecnica*, 5 agosto 1921, vol. VIII, n. 22, pag. 486.

SUNTI E SOMMARI

CONDUTTURE.

E. E. F. CREIGHTON e F. L. HUNT — **Una soluzione del problema degli isolatori di porcellana.** (F. A. F. E. E, giugno 1921, pag. 480.

Dopo avere brevemente accennato ai frequenti inconvenienti che si manifestano nell'impiego degli isolatori di porcellana, alle più frequenti cause di rottura ed agli accorgimenti fino ad ora studiati per portarvi rimedio, gli autori danno relazione di studi ed esperienze da essi eseguiti.

Da prima esaminarono numerosi isolatori, procuratisi da buoni fabbricanti, sotto l'aspetto della porosità della porcellana. Il risultato fu sempre soddisfacente. La porcellana era fortemente vitrificata e non si riscontrarono mai porosità aperte. Furono rilevati pochi difetti dovuti ad eccessiva vitrificazione.

Gli isolatori furono sottoposti a prove di rigidità elettrica molto severe con risultati soddisfacenti.

Il problema, come era noto, risiedeva dunque nell'impedire l'espansione del cemento che serve al collegamento delle varie parti dell'isolatore. Il metodo più semplice era quello di togliere all'inizio completamente ogni traccia di umidità dallo strato di cemento e di impedire che l'umidità stessa vi potesse in seguito penetrare nuovamente. A questo scopo gli autori ricorsero al metodo di impregnazione nel vuoto, spingendo l'impregnazione ad un grado più o meno alto per studiare l'influenza del grado di impregnazione.

Per l'impregnazione fu impiegata da prima la paraffina; ma gli autori riconobbero che un campione di cemento Portland completamente impregnato di paraffina con trattamento a vuoto e a caldo, spezzato, assorbiva ancora dell'umidità attraverso le superfici di rottura.

Migliori risultati furono ottenuti con diverse resine. Campioni di cemento impregnati di resine potevano essere rotti in piccoli pezzi ed immersi per parecchi giorni nell'acqua senza che si verificasse traccia di assorbimento. L'impregnazione era eseguita nel vuoto, a caldo e sotto pressione.

Per studiare la durata degli isolatori così impregnati, gli autori usarono il seguente dispositivo.

Una ruota di circa 4 metri di diametro, nota nei laboratori come la ruota di Ferris, era disposta girevole attorno ad un asse orizzontale. Sul bordo della ruota venivano fissati gli isolatori da provare; questi, quando dal moto della ruota venivano portati nella posizione più alta venivano ad attraversare un ambiente refrigerato costituente una zona fredda, mentre nella posizione più bassa venivano a trovarsi in una camera di riscaldamento. Nelle zone intermedie fra le due camere estreme, gli isolatori venivano sottoposti a ventilazione ed inumidimento. Gli estremi di temperatura potevano variare da 20° sotto zero a 120° sopra lo zero. Il movimento della ruota era assai lento.

Gli autori stimano che agli effetti del deterioramento degli isolatori, un giro della ruota corrispondesse ad almeno sei mesi di funzionamento in pratica. In questo modo condussero esperienze corrispondenti a molti anni di servizio.

Un'altra serie di esperienze fu condotta cambiando la temperatura da 100° a 0° ogni mezzora.

Le esperienze di laboratorio furono seguite da prove pratiche.

Così 1100 isolatori trattati come si è detto, furono montati su una linea di 66 000 volt presso la riva del mare nel luglio 1918 e messi in attività col novembre 1918. Fino alla data della pubblicazione dell'articolo non si era verificato nemmeno un caso di rottura.

Un gruppo di 3600 isolatori dello stesso tipo, provenienti dalla stessa fabbrica ma non trattati con impregnazione, furono montati sulla stessa linea alla stessa data degli altri. Un anno dopo la installazione, se ne riscontrarono il 13% di guasti; in seguito si verificò ancora il 2 o 3 per cento di nuovi guasti; mentre, come si è detto, tutti quelli impregnati rimasero sani.

Gli autori fanno seguire a questi risultati da essi ottenuti alcune considerazioni sulle conseguenze dell'impiego del cemento negli isolatori. Quanto alla resistenza meccanica, occorre tener presente che ha grande importanza il modo con cui l'isolatore è disegnato. Occorrerà che la superficie di unione dei vari pezzi sia progettata in modo da realizzare una sezione totale di cemento capace di resistere agli sforzi che si verificano.

Il problema da realizzare è quello di formare una sezione di cemento capace di trasmettere alle parti in porcellana uno sforzo massimo eguale al carico di rottura della porcellana stessa (circa 140 kg per centimetro quadrato) e di fare in modo che il cemento riempia bene lo spazio che gli è destinato in modo che trasmetta gli sforzi in modo uniforme in tutti i punti. Per raggiungere questo scopo furono fatte prove con condizioni estreme; in alcuni casi il cemento fu introdotto in presenza di vapore alla pressione di 8,5 kg per centimetro quadro; in altri casi il cemento fu lasciato per parecchi giorni alla temperatura ambiente. Col primo trattamento la maggior parte degli isolatori si ruppe in conseguenza della dilatazione del cemento; col secondo, alla prova di tensione i pezzi si staccarono per insufficiente resistenza del cemento.

La pratica ha dimostrato che per ciascun tipo di isolatore, vi è un tipo di trattamento intermedio ai due precedenti che dà il miglior risultato. In ogni modo una volta raggiunto questo risultato optimum, l'impregnazione proposta dagli autori preserverebbe il cemento da ulteriori deterioramenti. Gli autori, basandosi anche su esperienze proprie mettono poi in evidenza come non ci sia nulla da temere nei riguardi di una alterazione del materiale stesso della porcellana, anche in condizioni assai gravi di sollecitazioni elettriche, o metereologiche.

R. S. N.

* *

ELETTROCHIMICA ED ELETTROMETALLURGIA.

L. STENGER — **Azioni corrosive nel suolo.** (Chemical and Metallurgical Eng. N. Y., vol. 22, n. 21, 26 maggio 1920, p. 965.

Sulla corrosione delle tubazioni e strutture metalliche, principalmente di ferro e piombo, sotterranee, si sono fatte varie indagini ed esposte varie teorie. Le cause si attribuiscono all'elettrolisi, all'anidride carbonica, al biossido d'idrogeno ed agenti organici ecc. L'A. ritiene che, praticamente, si può attribuire ogni corrosione all'elettrolisi.

In occasione del nuovo impianto di fognature ad Havana, egli potè studiarne il sottosuolo, dove la corrosione di ferro e piombo era notevole, specie nei piccoli tubi di ferro e acciaio per gas e per acqua che duravano da 3 a 7 anni. Quelli galvanizzati solo leggermente si corrodevano come gli altri, laddove un rivestimento galvanico accurato esercitava una effettiva protezione. Correnti elettriche di dispersione non furono rilevate nei punti dove ciò accadeva; le rotaie dei tram a doppio trolley non portavano, praticamente, corrente; inoltre le corrosioni erano state riscontrate prima dell'uso della corrente elettrica, sicchè è certo che esse erano dovute a reazioni tra i costituenti del suolo e il metallo. Analogamente si rilevò in Indiana e a Pierre (Sud Dakota) dove tubi di ferro furono corrosi gravemente in 6 anni, in suolo argilloso. A Minneapolis e a S. Paul i tubi di acciaio e di ghisa furono distrutti in suolo di torba nera, ceneri e argilla. Quanto al piombo, all'Havana i rivestimenti di alcuni cavi elettrici in condotti di terracotta, furono distrutti in 3 anni; il fango era penetrato nei condotti e, alle volte, vi penetrava l'acqua. I tubi di piombo per acqua, immersi nella argilla, erano invece in ottimo stato.

I fenomeni di corrosione possono raggrupparsi in due tipi: l'elettrolisi, che risulta da una corrente elettrica esterna e l'auto-elettrolisi. I due tipi sono nettamente diversi, e quantunque di effetti simili, debbono tenersi presenti ambedue nelle indagini. L'azione corrosiva localizzata sul ferro può facilmente distruggere i tubi da gas e acqua, e può spiegarsi con la teoria elettrolitica. Il ferro ha un'alta tensione di soluzione, per cui gli ioni di ferro tendono a partire dalla sua superficie verso il suolo umido e quindi a produrre una corrente elettrica. Se vi è una particella di materiale elettronegativo rispetto al ferro e in contatto con esso, la corrente procederà dal ferro attraverso il suolo fino alla superficie elettronegativa, chiudendosi poi nei due metalli attraverso il loro contatto. Così il ferro va in soluzione e si forma ruggine insolubile, porosa e conduttrice. L'idrogeno che si libera viene ossidato in acqua; se potesse restare libero, come avviene nel caso di un'azione rapida, la corrente sarebbe ridotta o arrestata dall'isolamento dovuto alla pellicola gassosa sulla superficie elettronegativa; cioè la minuscola pila si polarizzerebbe. Ma l'esperienza prova che tutto l'idrogeno è ossidato, e che l'azione è continua finchè il ferro è tutto rimosso nelle immediate vicinanze, risultandone una specie di cavità. Questa chiamasi auto-elettrolisi. Qualunque struttura nuda di ferro è soggetta ad essa, perchè il suolo sarà sempre più o meno un elettrolito, contenendo sali solubili, ioni acidi e umidità. E' difficile individuare i vari fattori del fenomeno di corrosione. Riguardo al metallo, essi sono: struttura, proprietà dei componenti, sostanze estranee e gas inclusi, stato degli sforzi, tensione di soluzione e condizioni superficiali. Fattori esterni riguardo al suolo, sono: umidità, gas contenuti, composizione, conduttività elettrica. I componenti del suolo possono essere chimicamente corrosivi, elettronegativi rispetto al metallo e di azione catalitica. Anche la porosità o densità, l'omogeneità, la concentrazione, la presenza di bacteri, la temperatura e la pressione sono da tener presenti. In esperienze dell'A. fu rilevato che il ferro, come bivalente, va in soluzione in misura di circa 1,042 gr. per amperora.

Furono fatte prove in vari tipi di suolo, usando ferro, acciaio o piombo, con superficie in varie condizioni di ruvidezza o levigatezza. Nello studio dei fenomeni elettrici e galvanici furono usati due elettrodi di rame, coperti di cotone o carta da filtro, connessi ad un elettrometro capillare Lippmann. Inumidendo la copertura con acido diluito e ponendo gli elettrodi su una superficie di ferro, si produceva una f. e. m. La corrente era causata da ioni di ferro, passanti in soluzione nei vari elettroliti con varia velocità. L'effetto è anche osservato, annegando i morsetti nel suolo invece che in puro acido elettrolitico. L'energia generata dipende da vari fattori e la differenza di potenziale è dovuta principalmente alla tensione di soluzione del metallo. Con elettrodi di rame, usando varie specie di suolo come elettrolito, le tensioni erano misurate fra vari punti su diversi tipi di ferro d'uso comune. Fra superficie levigate si aveva da 0, a 0,1 V tra ferro liscio e ferro rugoso, 0,3 - 0,5 V; tra ferro pulito e rame, 0,8 - 1,0 V; tra ferro pulito e carbone, 0,8 - 1,0;

tra ferro pulito e ruggine rossa, 0,3 V. Il ferro pulito sarebbe elettropositivo, in ognuno di questi casi, la corrente ne parte, producendo la corrosione. Gli effetti distruttivi della autoelettrolisi dipendono notevolmente dal materiale elettronegativo. Se in un rivestimento di rame c'è una screpolatura che espone il ferro, questo si corrode con sorprendente rapidità. Una corrosione superficiale scopre il carbonio grafitico nella ghisa, così si ha un'area elettronegativa e gli ioni di ferro sono rimossi attraverso il materiale tenero poroso, saturo di elettrolito, caratteristico della ghisa corrosa. In suoli dove le condizioni elettrolitiche non favoriscono la corrosione, come nella sabbia pulita, l'azione può essere sospesa indefinitamente, formandosi solo poca ruggine.

Il piombo, avendo bassissima tensione di soluzione, è meno del ferro sensibile all'autoelettrolisi; però le condizioni esterne producono corrosioni in diversa maniera. Se di due diversi suoli che hanno contatto con un metallo, uno contiene una sostanza polivalente, possiamo prevedere il passaggio di corrente, che esce dal metallo in prossimità del suolo bi-elettrolitico, causando corrosione delle aree catodiche. Dei tubi di piombo spesso si corrodono nell'uscire da strati di cemento umido; rivestimenti di cavi, giacenti in condotti di cemento e tubi di piombo collocati entro strutture di terracotta, sono anche distrutti. Se acqua da condensazione o di altra origine scorre intorno a strutture di piombo, in presenza di sali solubili, si forma una pila di concentrazione. La f. e. m. nascente è causata da diverse velocità dei vari ioni.

Prove su 150 campioni di terreno, raccolti in varie città, con vari tipi di ferro e piombo mostrano l'influenza dell'umidità dell'argilla, ma ciò mostra anche che la natura elettrolitica è variabile nelle varie argille. Analisi di parecchi terreni furono fatte e fu trovato che i solfati e cloruri combinati hanno la maggiore influenza nell'accrescere la corrosione. Quantunque questi componenti siano scarsi in un suolo di media

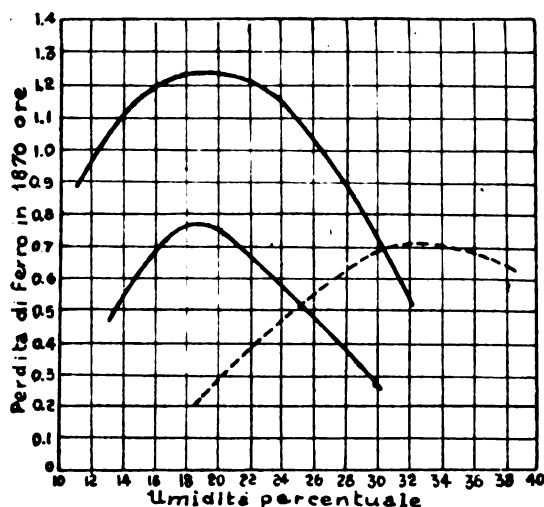



Fig. 1.

composizione, e forse non più del 0,5% nelle argille più attive, pure la loro azione è continua, e la corrosione procede senza che occorra oltre l'erogazione di ioni acidi. La fig. 1 mostra la variazione della autoelettrolisi al variare dell'umidità: il suolo era di argilla di varie qualità; le curve intere si riferiscono a ghisa, quella a tratti ad acciaio. L'umidità ordinaria va dal 16 al 26%.

Un grave errore tecnico, che si commette assai spesso, è quello di situare tubi di ferro nelle ceneri, che, contenendo particelle di carbone, solfati e molta umidità, formano numerose batterie localizzate, in cui il ferro è l'elemento positivo e corroso, il carbonio il negativo e i solfati dissociati sono attivi elettroliti. Così il tubo si corrode rapidamente.

Come conclusione può dirsi che l'elettrolisi delle strutture sotterranee può esser dovuta a certe condizioni definite, che possono determinarsi con misure elettriche e studi di ambiente. La teoria elettrolitica può applicarsi alla corrosione di strutture sotterranee di ferro e piombo. Prove sull'attitudine dei vari materiali a resistere alla corrosione dovrebbero esser fatte tenendo conto delle reali condizioni in cui essi sono impiegati. I campioni di ferro dovrebbero esser trattati per almeno 400 ore; mantenendo accuratamente costante l'umidità del terreno.

La probabile vita di una struttura di ferro in dati terreni può prevedersi con gli esperimenti e le proporzioni di corrosione trovate. Per esempio: il peso di una lastra di ferro spessa mm 3,2, di area mm² 645, è di gr. 15,8. Assumendo che la corrosione formi una cavità conica di una certa apertura l'A. calcola che il peso del ferro da rimuovere per forarla è di gr. 5,2. Ora, sapendo, sperimentalmente, che per un dato acciaio fuso, immerso nell'argilla si ha una quota annua di corrosione, per quell'area, di gr. 0,51, la probabile vita di un tubo di quell'acciaio, nero, con parete di mm 3,2 di spessore, in argilla di media umidità, è di anni $\frac{5,2}{0,51} = 10$. I rivestimenti ordinari sulla ghisa, compresa la debole galvanizzazione e la catramatura, non valgono contro l'auto-elettrolisi, e talvolta l'accelerano. La più lunga vita dei tubi di ghisa è ordinariamente dovuta al loro maggiore spessore. La proporzione di corrosione del ferro è poco influenzata dai cambiamenti di temperatura, nei limiti cui ordinariamente sono soggetti i tubi d'acqua ed è notevolmente accresciuta dalla pressione; la presenza dell'aria non ha sensibile influenza. La vita delle strutture sotterranee di ferro potrebbe essere grandemente prolungata, secondo l'A., ponendo pochi centimetri di sabbia intorno, specialmente se sono in argilla, ceneri e suoli umidi, elettroliticamente attivi.

e. m. a.

* *

IDRAULICA.

ING. GIULIO DE MACCHI — **Impianti sperimentali per lo studio e la prova delle turbine idrauliche.** (Annali, Cons. Super. Acque, 1920, I).

Lo scopo degli impianti in questione è notoriamente quello di studiare sperimentalmente il funzionamento e le caratteristiche dei diversi tipi di turbine, operando direttamente sulle stesse o su riproduzioni più piccole geometricamente simili.

Già da prima della guerra esistevano alcuni impianti del genere: gli ultimi costruiti recentemente e che l'Autore descrive sono quelli di Gotha della ditta Briegleb Hansen e C., e di Vevey degli Ateliers de Constructions Mécaniques.

Il primo (v. figura) serve per basse pressioni (m. 4,50) e per portate fino a mc/sec 1,200. Le turbine vengono adattate sulle pareti

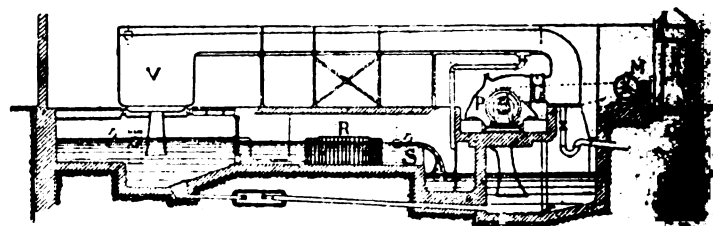



Fig. 1.

di una camera metallica, sia sul fondo (turbine ad asse verticale) sia lateralmente (turbine ad asse orizzontale). L'acqua di scarico, sollevata da una pompa, entra nella camera passando per un canale a sfioratore laterale su tutta la sua lunghezza. Altro ampio sfioratore è praticato nel canale di scarico. La turbina viene quindi ad essere inserita fra 2 camere a livello fisso, ciò che assicura la costanza del salto.

La misura della portata è fatta a mezzo di stramazzo, accuratamente tarato, posto nel canale di scarico. Secondo il Thoma, tale sistema è preferibile a quello a diaframma mobile perchè meno soggetto a errori accidentali, e quindi più adatto per un impianto dove importa sopratutto stabilire i confronti fra i vari tipi di macchine.

Per ottenere che l'acqua perda, prima di giungere allo stramazzo, l'agitazione dovuta allo scarico, si è interposta la resistenza R costituita da bastoni verticali di diametro decrescente, dispositivo che si è dimostrato particolarmente efficace per distribuire uniformemente la velocità nella massa liquida in movimento.

Dispositivi speciali e originali, che l'A. descrive, sono stati studiati ed adottati per assicurare l'esattezza della misura del carico sullo stramazzo.

Sul coperchio della camera di presa è disposto il freno per la misura della potenza sviluppata. La velocità viene misurata con due contagiri.

I risultati di una turbina sono applicabili a macchine geometricamente simili in virtù della nota legge.

$$\frac{Q}{Q_m} = \frac{p^2 \sqrt{q}}{p_m^2 \sqrt{q_m}}$$

dove Q_m q_m e p_m sono rispettivamente la portata, il carico e la dimensione lineare del modello e Q, q, p le quantità corrispondenti della turbina.

Le esperienze avrebbero confermato che la legge è sicuramente applicabile anche per rapporti fino a 7, ciò che varrebbe a dimostrare che l'attrito interno ha una influenza trascurabile nel funzionamento delle turbine.

La stazione di Vevey è sostanzialmente analoga a quella di Gotha e serve pure per piccole cadute.

Da ultimo l'A. riferisce il programma proposto dal prof. Routin alla «Société Hydrotecnique de France» per l'allestimento di un Istituto Sperimentale a Beauvert, programma che comprende in primo luogo ricerche sulle perdite di carico nelle condotte forzate di vario tipo, su quelle dovute a griglie e cambiamenti di sezione, ecc. e sui vari sistemi di misura delle portate; in secondo luogo una stazione per lo studio delle turbine a bassa caduta.

Per le ruote Pelton il prof. Routin propone la creazione artificiale di un salto da 100 a 200 m mediante un accumulatore a pressione d'aria.

(c. s.)

IMPIANTI.

A. ROTH — **Protezione contro i contatti a terra.** (B. B. C. Mitteil., maggio 1921, pag. 71 e seg. - E. T. Z., 1921, pag. 637 e seg.).

L'importanza delle protezioni contro i contatti a terra in un impianto elettrico è stata messa in rilievo dai lavori, ormai classici, del Petersen, ai quali ha fatto, in breve, seguito una serie numerosissima di studî e ricerche.

Questo articolo si propone di riassumere quanto è stato, finora, esposto sull'argomento, mettendo anche a confronto i vantaggi e gli inconvenienti dei singoli metodi di protezione escogitati.

Cause dei contatti a terra.

Nelle condutture aeree, i contatti a terra vengono, per lo più, causati da isolatori difettosi, da uccelli, da sovratensioni (quest'ultime, a loro volta, provocate da scariche dirette nelle vicinanze della conduttura, o sulla conduttura stessa); altre cause meno frequenti di contatti a terra sono le cadute di piante, il lancio di sassi contro gli isolatori, o di fili metallici contro i conduttori, ecc.

Nelle reti sotterranee, i contatti a terra sono causati da danneggiamenti meccanici dei cavi, da posa difettosa, da precedenti sovratensioni, o da corti circuiti, che abbiano guastato le muffole di giunzione, ecc.

Effetti dei contatti a terra.

1). *Adescamento dell'arco sulle fasi non difettose.*

Quando la corrente derivata a terra arriva alla intensità di qualche ampere, l'arco diventa ben nutrito e si allunga fino a toccare le altre fasi, dando, così, origine ad un vero corto circuito. Si ha, in tal modo, una interruzione di servizio, che — nel caso più favorevole — può essere di soli pochi minuti; mentre può durare anche varie ore, nei grossi impianti, dove la corrente di corto circuito raggiunge una intensità notevole, che provoca guasti permanenti nelle condutture.

2). *Sovratensioni verso terra e doppio contatto a terra.*

Un contatto intermittente a terra provoca, nelle fasi sane, sovratensioni, che raggiungono un valore massimo di quattro volte la tensione di fase e che sono, a loro volta, causa di altri contatti a terra su dette fasi, anche in punti molto lontani dal primo. Si dà, così, origine ad un «doppio contatto a terra», che è un vero corto circuito attraverso il terreno, e può causare nel terreno stesso (e nelle condutture di terra dell'impianto) cadute di tensione, pericolose anche alle persone. Naturalmente, in impianti ad altissima tensione, un doppio contatto a terra origina un corto circuito netto, risultando, percentualmente, trascurabile la caduta di tensione presentata dal terreno.

3). *Onde a fronte ripido.*

Un contatto intermittente a terra dà origine, in ogni semiperiodo, ad un'onda di scarica, che si propaga nelle due direzioni e — incontrando un avvolgimento di trasformatori o di generatori — provoca, fra spira e spira, sovratensioni con conseguenti possibili scariche e bruciature. Tale pericolo è tanto più grande, quanto maggiore è la vicinanza del macchinario, al luogo dove è avvenuto il contatto a terra.

4). *Aumento della tensione verso terra delle fasi sane.*

Anche nel caso di un contatto franco a terra (*non intermittente*) la tensione verso terra delle fasi sane passa dal valore della tensione di fase a quello della tensione concatenata (questo fenomeno non è da confondersi con quello indicato al N. 2); l'isolamento dell'impianto dovrebbe, naturalmente, essere dimensionato in modo da resistere a tale sollecitazione.

Protezioni contro i contatti a terra.

1). *Compensazione della corrente a terra.*

Si ottiene in varî modi: bobina di compensazione del Petersen, bobina dissonante dell'Jona, trasformatore smorzatore del Bauch.

Sostanzialmente, tutti questi dispositivi consistono in una induttanza, opportunamente calcolata, inserita fra neutro (o fra fasi) e terra, che compensa — interamente, o parzialmente — la corrente a terra sfasata in anticipo, mediante una corrente sfasata in ritardo; — in tal modo, l'arco si spegne da sè e non si riaccende più e sono, inoltre, eliminate le sovratensioni e le onde di scarica.

Secondo alcuni, questi dispositivi dovrebbero venire dimensionati così largamente, da poter funzionare per tutto il tempo necessario alla ricerca del guasto a terra. Ma tale opinione è contrastata dai più, ritenendosi poco prudente, sopratutto per l'incolumità delle persone, continuare, deliberatamente, il servizio in un impianto che abbia un contatto a terra.

Importante è l'adattabilità della protezione a varie condizioni di funzionamento della rete: finora, la soluzione generalmente praticata, consiste nell'adozione di varie prese sussidiarie, che vengono inserite o tolte, a seconda dei casi. Ma questo costituisce una notevole complicazione per l'esercizio. Inoltre, tali inserzioni o disinserzioni si fanno — in generale — *dopo* che è avvenuto il cambiamento nelle condizioni di funzionamento (specialmente ove tale cambiamento sia dovuto a scatto di automatici); ne segue, che la protezione corre il rischio di diventare inefficace (o quasi) proprio quando dovrebbe intervenire. Quindi, va era imponendosi l'altro concetto, di avere una bobina speciale, per ogni tronco importante dell'impianto. Con tale concetto, la protezione diventa più completa, purchè la suddivisione e la scelta delle bobine sia fatta con cura. Ovviamente, per ragioni di economia e di esercizio, ogni impianto dovrebbe avere un unico tipo di bobina.

2). *Messa a terra del neutro.*

Con la messa a terra del neutro — direttamente o attraverso adatte resistenze — non si ottiene la compensazione delle correnti a terra, come con i sistemi precedenti, ma si convogliano a terra le onde di scarica e si eliminano, così, le sovratensioni. Inoltre, si provoca — in caso di contatto a terra — una corrente di valore abbastanza elevato per far funzionare gli automatici (che, invece, in impianti a neutro isolato, non funzionano, in genere, per un guaio su una sola fase) e si impedisce, così, che il guasto, permanendo, si aggravi ed arrivi a risultati disastrosi.

Entro certi limiti, questa disposizione impedisce anche l'aumento permanente della tensione verso terra delle fasi sane. La portata di tale benefica azione è proporzionale al rapporto, fra la potenza del macchinario con il neutro a terra e la potenza totale dell'impianto. Praticamente, non si possono mettere a terra i neutri di tutte le macchine, per l'impossibilità di eliminare le correnti di circolazione, che si verrebbero a formare; se le unità scelte sono piccole, rispetto alla potenza totale funzionante, l'aumento di tensione nelle fasi sane che si ha egualmente, può raggiungere ancora un valore, quasi dello stesso ordine di quello, che si avrebbe col neutro isolato.

L'inconveniente principale di questa protezione, consiste nel pericolo per le persone, che può essere presentato dalla notevole corrente nel terreno, in caso di un contatto a terra.

Ricordiamo, inoltre, la necessità di avere un relais per fase.

3). *Scaricatori a corna con resistenze.*

Costituiscono la protezione più diffusa e la più semplice. Ove il loro numero (ed il valore delle resistenze) sia scelto con il criterio di convogliare a terra le cariche continue (concetto del Petersen), essi riescono molto utili, eliminando le sovratensioni prodotte da un contatto a terra.

Questi scaricatori sono molto ingombranti.

4). *Scaricatori a rulli con resistenze.*

Sono molto meno efficaci di quelli a corna, sopratutto per la necessità di avere resistenze di valore elevato (una corrente un po' forte può far fondere i rulli). Sembra, però, che, per le alte frequenze, si comportino meglio. In ogni modo, il loro impiego va scomparendo.

5). *Scaricatori elettrolitici (a celle d'alluminio).*

Riguardo ai contatti a terra, si comportano in modo analogo agli ordinari scaricatori a corna: necessitano, però, di una manutenzione molto onerosa. Inoltre, sembra che provochino — adescandosi — un'onda di scarica, di valore almeno corrispondente a quello per cui sono tarate le corna, con conseguenti dannosi effetti al macchinario.

Per questi inconvenienti, pare che tale tipo di scaricatori (d'origine europea) si vada eliminando, anche in America, dai grandi impianti ad altissima tensione.

6). *Scaricatori all'ossido di piombo.*

Come si sa [1], tale scaricatore si fonda su un principio analogo a quello degli elettrolitici. Una pellicola isolante viene perforata dalla sovratensione e, così, la corrente può convogliarsi, liberamente, a terra. Il calore prodotto da tale corrente riduce il biossido di piombo ad ossido, che costituisce un ottimo isolante e chiude il forellino nella pellicola: così lo scaricatore è, di nuovo, portato allo stato primitivo. Non occorre manutenzione, ma sussistono gli altri inconvenienti, lamentati per lo scaricatore elettrolitico. Mancano, ancora, i dati della pratica.

7). *Dispositivi di Nicholsen.*

Mediante un interruttore ed un gioco di relais, la fase in difetto viene automaticamente e nettamente messa a terra e si spegne, così, l'arco sul punto guasto. Mancano, ancora, i dati della pratica.

Scelta della protezione.

Nella scelta della protezione di un dato impianto, contro gli effetti di un contatto a terra, si presenta, anzitutto, una differenza sostanziale fra condutture aeree e sotterranee.

Nelle prime, i contatti a terra sono di natura transitoria; interessa, quindi, ottenere il completo spegnimento dell'arco, in modo da evitare qualunque interruzione di servizio; possibilmente, sarà, pure, da evitare il distacco del tronco difettoso. Invece, nelle reti di cavi, i contatti a terra sono, quasi sempre, dovuti a difetti di materiale; quindi, il tronco guasto (cavo perforato o muffola difettosa) non può rimanere in servizio, sopratutto per cavi trifasi, dove si darebbe, così, origine ad un corto circuito, pericolosissimo in grossi impianti (esplosioni di muffole ecc.). Ne segue, che il distacco del tronco difettoso si rende assolutamente necessario.

1). *Reti aeree.*

Da quanto precede, risulta, immediatamente, che le bobine smorzatrici (od i trasformatori del Bauch) sono la sola protezione veramente

---

[1] *Elettrot.*, 5 febbraio 1919, pag. 77.

efficace contro le sovratensioni prodotte da una terra, e contro i doppi contatti a terra. In impianti protetti con tali sistemi, la perforazione di un isolatore costituisce un accidente perfettamente innocuo, che viene notato solo dagli strumenti registratori. Per ragioni economiche, su reti poco estese, vengono, talvolta, preferiti gli scaricatori a corna (nel confronto della convenienza economica, bisogna tener presente lo spazio richiesto dalle corna e la necessità di installarne un numero sufficiente, se si vuole avere un certo affidamento che funzionino efficacemente).

La messa a terra del neutro, così usata in America, presenta gli inconvenienti cui abbiamo sopra accennato.

2). *Reti di cavi.*

Per queste, invece, la protezione migliore consiste, appunto, nella messa a terra del neutro, attraverso una debole resistenza ohmica. Così, si eliminano le sovratensioni e si provoca l'apertura degli automatici. La compensazione della corrente a terra, mediante bobine o dispositivi analoghi, risulta poco efficace, appunto perchè gli automatici non scattano e quindi il difetto (che ha cause *non* transitorie) permane e si aggrava.

Le corna con resistenze presentano lo stesso inconveniente delle bobine smorzatrici.

3). *Reti miste.*

Si adotteranno le bobine smorzatrici, o la messa a terra del neutro, a seconda che predomina la parte aerea, o quella in cavi.

In queste reti il problema della protezione contro i contatti a terra è, specialmente, importante, perchè, da un lato, la parte aerea è più esposta a tali contatti e, dall'altro, i cavi sono molto sensibili alle sovratensioni.

Ricerche sperimentali sulle bobine di dissonanza.

Come è noto, il Petersen ha proposto di adoperare una bobina di messa a terra la cui induttanza risponda alla condizione (di risonanza): (²)

$$L = \frac{1}{\omega^2 \, \Sigma \, K_i}$$

dove K_i è la capacità parziale di ogni fase verso terra (v. fig. 1). In questo modo, si ha la compensazione esatta della corrente derivata a terra.

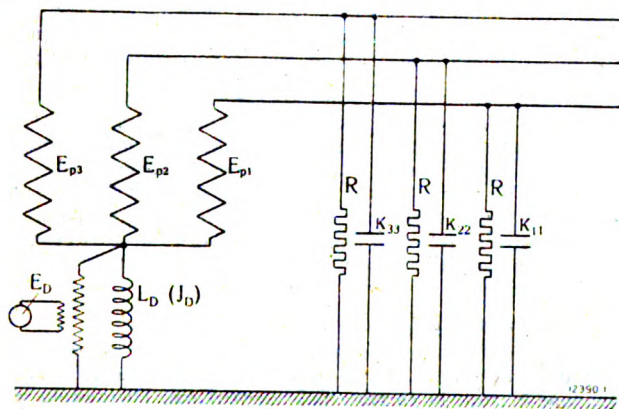



Fig 1.

Ora, è stato osservato dall'Jona (El. u. M. 1920, pag. 453), che, in un impianto, le capacità parziali verso terra, non sono mai simmetriche e quindi si ha, fra neutro e terra, una tensione («tensione di dissimmetria») che, per reti trifasi, è:

$$E_o = \frac{E_p}{3\,K} \sqrt{K_{11}^2 + K_{22}^2 + K_{33}^2 - K_{11}\,K_{33} - K_{22}\,K_{11} - K_{33}\,K_{22}}$$

dove:

$$K = \frac{K_{11} + K_{22} + K_{33}}{3}$$

e le altre lettere hanno i significati desunti dalla fig. 1.

Nel circuito composto dalla bobina e dalla capacità della linea, la tensione E_o dà luogo, in servizio normale, ad una, non desiderabile, tensione E_D agente ai capi della bobina stessa, il cui effetto è di aumentare la tensione verso terra di una fase e di diminuire quella delle altre due (³). Il calcolo dà, per il valore di E_D l'espressione seguente:

$$E_D = E_{p1} \frac{\sqrt{3}\;\omega\;\dfrac{K_{33} - K_{22}}{2} - j\,\dfrac{3}{2}\,\omega\,(K - K_{11})}{\dfrac{3}{R} + j\left(3\,\omega\,K - \dfrac{1}{\omega\,L}\right)}$$

(²) Secondo il Benischke (E. T. Z., 30 giugno 1921, pag. 695), dovrebbe essere:

$$\omega^2\,L = \frac{1}{\Sigma\,K_i} - \frac{5}{3}\,\omega\,L_m$$

dove L_m è l'induttanza di una fase del macchinario. *N. d. R.*

(³) È da notare che la tensione delle fasi contro terra si ricava dalla semplice somma geometrica di E_D con la tensione di fase E_p.

Opportunamente riducendola e ponendo

$$d = \frac{100}{R\,\omega\,K}\ \% \quad \text{(fattore di smorzamento)}$$

si ottiene, per la tensione massima il valore:

$$E_{D\,max} = E_o\,\frac{100}{d}\,.$$

Con una breve ricerca analitica si dimostra che la condizione per avere tale valore massimo, è quella di risonanza, appunto proposta dal Petersen per la quale si ha:

$$I_D = I_E$$

(I_D = corrente attraverso la bobina; I_E = corrente derivata a terra).

Siccome, invece, interessa di avere un piccolo valore di E_D (per non aumentare le tensioni delle fasi verso terra), converrà modificare

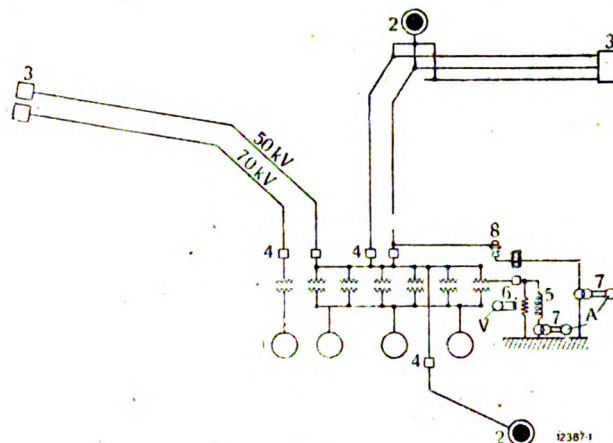



Fig. 2.

le dimensioni della bobina, allontanandosi dalle condizioni di risonanza. Si arriva, così, alle «bobine dissonanti» proposte appunto dall'Jona con l'intento di eliminare i pericoli, che — a parer suo — presenterebbero, per il servizio normale, le bobine dimensionate secondo il concetto del Petersen.

Le ricerche sperimentali vennero condotte su una rete aerea a 50 000 volt (v. fig. 2), lunga 198 km di cui 2 × 46 a due terne e 106 a una terna; la corrente a terra dell'impianto, in caso di un contatto a terra (I_E), risultò, dal calcolo, essere di 30.5 ampere.

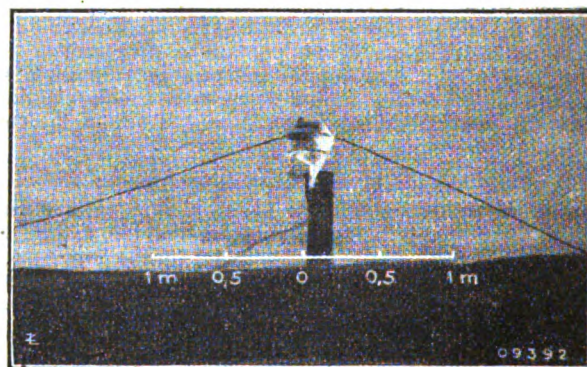



Fig. 3.

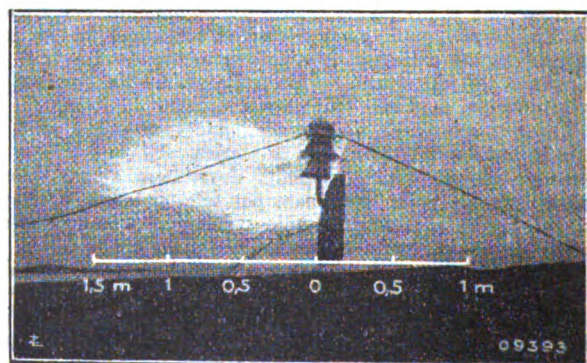



Fig. 4.

Primo scopo delle ricerche era quello di vedere se, allontanandosi dalle condizioni di risonanza, si potesse, egualmente, avere un rapido *spegnimento* dell'arco a terra. A tale scopo si fece una derivazione da

un tronco di linea su un ordinario isolatore da esterno, per 50 000 volt, il cui perno era nettamente messo a terra. Il contatto fra conduttore e perno venne praticato mediante un filo fusibile d'argento da 0,1 mm. L'induttanza della bobina venne variata, in modo da avere diversi valori della corrente non compensata ($I_D - I_E \gtrless 0$) — cioè varî gradi di dissonanza — e ad ogni variazione si effettuava un contatto a terra.

Dall'osservazione diretta e fotografica (v. fig. 3 per $I_D - I_E = 10$ ampere e fig. 4 per $I_D - I_E = 14$ ampere) si potè concludere, che, nelle speciali condizioni dell'impianto in prova — è ancora accettabile uno scarto fino al 33% dalle condizioni di risonanza ($I = 30{\cdot}5$ amp contro $I_D - I_E = 10$ amp.), non risultandone dannosamente influenzato lo spegnimento dell'arco. Non si può, finora, estendere tale risultato ad altre condizioni di tensione e corrente, perchè lo spegnimento dell'arco a terra dipende da molti fattori; prima d'ogni altro dal valore della corrente a terra, che, quanto è maggiore, tanto più difficile rende lo spegnimento; poi, dalla tensione della rete, perchè, a parità del fattore di smorzamento, l'aumento di tensione verso terra è tanto più rapido, quanto maggiore è la tensione di regime.

Nelle stesse esperienze, si potè constatare — mediante opportuni spinterometri — che la presenza della bobina, anche con gradi di dissonanza del 45% ($I_D - I_E = 14$ amp.) riduceva le *sovratensioni* ad un valore inferiore ad 1,4 volte quello della tensione concatenata.

Un altro gruppo di esperienze si propose di controllare l'andamento della curva della *tensione* E_D che, in servizio normale, si ha ai capi della bobina smorzatrice, per varî valori dell'induttanza della bobina stessa. Dalla teoria sopra abbozzata, risulta che tale andamento dovrebbe essere quello d'una curva di risonanza; le ricerche, eseguite su un tronco di linea lungo 157 km (per il quale si aveva una corrente a terra $I_E = 23$ amp.), confermarono pienamente queste previsioni (v. fig. 5). Il massimo della tensione E_D si ebbe, appunto, per un valore dell'induttanza della bobina tale da compensare la corrente I_E derivata a terra (condizione di risonanza), mentre, per valori anche

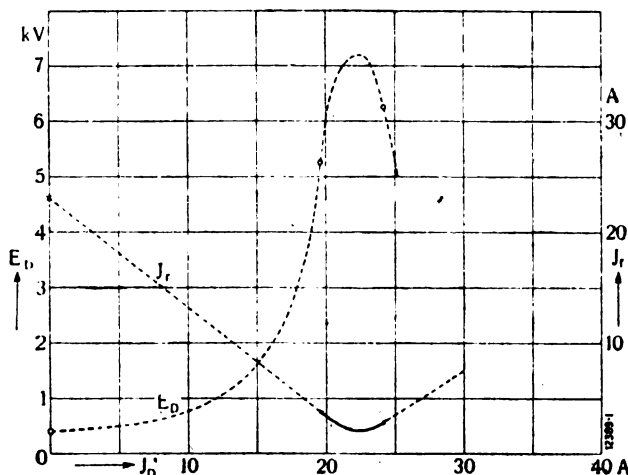



Fig. 5.

poco differenti, E_D diminuiva rapidamente. Nella rete in esame, il valore massimo della tensione E^D raggiungeva 7000 volt, cioè il 24% della tensione di fase.

In altre esperienze, il contatto a terra, anzichè attraverso il fusibile d'argento, si fece mediante un grosso filo di rame. La fig. 5 indica

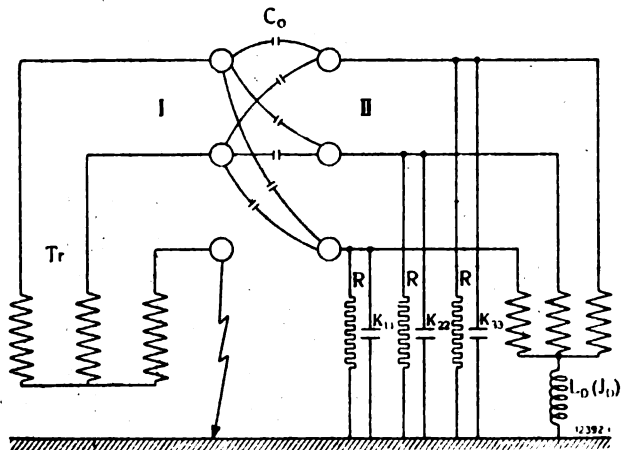



Fig. 6.

chiaramente che — in queste condizioni — non si riusciva mai ad annullare completamente la corrente a terra I_E mediante la corrente I_D della bobina, ma rimaneva sempre una *corrente residua* I_R, sul valore della quale influisce molto la resistenza d'isolamento e l'eventuale presenza di armoniche.

Venne, infine, studiato il caso particolare di una terna (I) a 70 000 volt, parallela per 40 km ad un'altra terna (II) a 50 000 volt a frequenza diversa (v. fig. 6). La lunghezza totale della rete a 50 000 volt era di 198 km.

Ogni contatto a terra sulla terna I, provocava, sulla II, una dissimmetria nelle tensioni contro terra, rilevabile con i voltometri indicatori di terra. Data la diversità delle frequenze, le due tensioni — quella indotta sulla II dalla terna I e quella propria della II — si

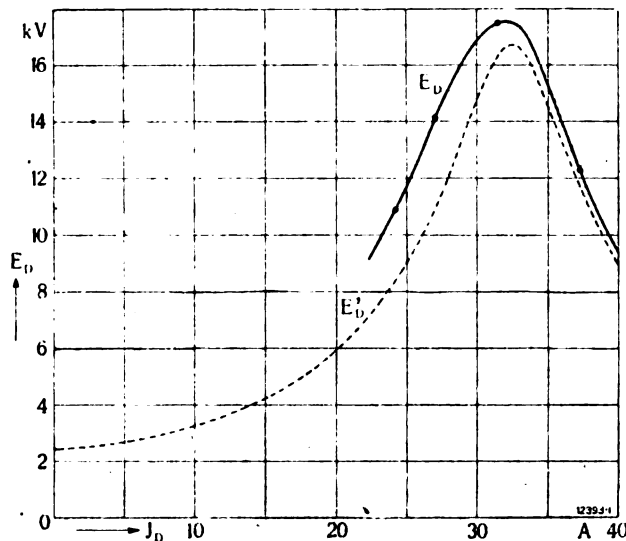



Fig. 7.

sommavano e si sottraevano periodicamente, ed in corrispondenza, variavano le indicazioni dei volmetri. *L'esercizio* della rete II non risentiva, però nulla di tali fenomeni, che riguardavano, solo, le tensioni verso terra.

La bobina smorzatrice inserita sulla terna II era sottoposta — quando v'era una terra sulla terna I — ad una differenza di potenziale E_D ai suoi capi, di natura analoga a quella, che abbiamo visto esservi sempre ai capi di tali bobine (curva di risonanza) e di valore massimo:

$$E_{D\,max} = 1.5 \times E_1 \times \omega \times C_0 \times \frac{R}{3}$$

dove E_1 è la tensione di fase della terna I. Come si vede $E_{D\,max}$ dipende dal valore di E_1 e dal prodotto $\omega \times C_0 \times R$, cioè dal rapporto fra la lunghezza della palificazione in cui le terne sono parallele (proporzionale a C_0) e la lunghezza totale (inversamente proporzionale a R).

La fig. 7 rappresenta l'andamento di tale tensione E_D come desunta dal calcolo (linea punteggiata) e come rilevata sperimentalmente con tempo piovoso (linea intera). Con tempo asciutto si arrivò a dei valori superiori.

Ne seguiva un notevole aumento nelle tensioni fra terra e fasi della terna II.

a. d. v.

* *

MATERIALI.

T. A. McLAUGHLIN — **Gli effetti nocivi delle fibre sul potere isolante degli olii.** (The, El. vol. LXXXVI, 18 marzo 1921, n. 2225, pag. 325).

Il presente studio trae origine da un'osservazione casuale che fece rilevare come la conduttività di taluni olii minerali andasse soggetta col tempo a grandi variazioni. Poichè non si poteva dare una spiegazione esauriente di questo fenomeno, lo si volle meglio investigare. Fu adoperato un dispositivo sperimentale consistente essenzialmente in due lamine d'ottone immerse nell'olio contenuto in un recipiente di vetro e collegate ad una sorgente di f. e. m. continua, mantenuta da una batteria di piccoli accumulatori. La distanza fra le lamine era nota, e la f. e. m. applicata poteva farsi variare a piacimento, misurando in pari tempo l'intensità della corrente che passava nel circuito delle lamine. In una prima serie d'esperimenti furono ottenuti i risultati seguenti:

Volt per centimetro	Intensità di corrente proporzionale a
20	1,0
30	1,4
40	1,9
53	2,5
63	3,0
73	800

Come si vede, l'ultimo aumento di 10 V determinò un aumento anormale dell'intensità di corrente; riducendo poi il campo elettrico

a 40 V/cm, l'intensità di corrente si mantenne dell'ordine di grandezza che s'era raggiunto con 73 V/cm. Sopprimendo il campo elettrico, lasciando in riposo il sistema per alcune ore e poi sottoponendo ancora le lamine al campo di 73 V/cm, s'ottenne una corrente proporzionale a 4,2. Un altro saggio d'olio, trattato in maniera simile, non manifestò aumento anormale dell'intensità di corrente neppure con un campo di 440 V/cm; un terzo campione diede un aumento anormale con 75 V/cm, un quarto con 100 V/cm ed un quinto mostrò comportamento normale anche con 2032 V/cm.

Si procedette allora alla ricerca degli effetti esercitati sulla conduttività dell'olio dal passaggio prolungato della corrente. Si applicò dapprima un campo di 84 V/cm: indicando con 100 il valore iniziale dell'intensità di corrente, questa salì a 103 dopo 30 minuti, discese a 89 dopo i successivi 31 minuti e a 76 dopo un ulteriore intervallo di 45 minuti; dopo altri 5 minuti s'elevò a 28 300.

E' noto che per solito la conduttività degli isolanti liquidi aumenta dapprima per breve tempo, appena vi si applica un campo elettrico, ma poi diminuisce. Tuttavia in un istante qualunque può intervenire un aumento di conduttività subitaneo e grandissimo, il quale è assolutamente irregolare per quanto riguarda, sia il momento in cui interviene, sia l'intensità del campo che lo determina: i campi più intensi non appaiono più efficaci dei deboli. Ripetendo le prove con altri campioni d'olio, si trovarono risultati analoghi: con un saggio s'ebbe lo stato di conduttività anormale dopo circa 18 ore, con un altro lo si ebbe dopo soli 50 minuti; l'intensità di corrente salì nel primo caso a 18 800 e nel secondo a 325 000, indicando ancora con 100 in entrambi i casi quella iniziale. In un altro esperimento però l'intensità di corrente andò scemando gradatamente per più di venti ore, senza mai mostrare gli aumenti anormali dei casi precedenti.

Per stabilire se tali variazioni di conduttività dipendessero da presenza d'umidità o d'aria, si sottopose alle medesime prove un saggio d'olio accuratamente essiccato e privato dell'aria che conteneva: questo manifestò la conduttività anormale con un campo dell'intensità di 2000 V/cm. Si volle anche indagare se i fenomeni osservati fossero caratteristici della specie d'olio su cui s'erano condotte le prove: le si ripeterono su altre specie d'isolanti liquidi, fra cui il benzolo, l'etere di petrolio e lo xilene, e quasi tutti diedero risultati simili a quelli prima ottenuti. Unica eccezione si trovò nel toluene puro, il cui potere isolante non mostrò anomalie di sorta. Neanche la presenza di gocce d'acqua arrecò notevoli modificazioni, fino a quando non s'aggiunse al toluene una goccia d'acqua di grandezza tale da toccare contemporaneamente le due lamine: applicando allora un campo elettrico adeguato, s'ebbe una scarica disruptiva che lasciò nell'olio alcune minuscole particelle carboniose, e si trovò poi che s'era determinato lo stato anormale d'alta conduttività. Si osservò che le particelle di carbone avevano formato un collegamento continuo fra le lamine, rompendo il quale l'alta conduttività spariva, per riapparire ogni volta che le particelle ricostituivano la connessione fra le lamine.

Esaminando col microscopio varii campioni d'olio posti nell'apparecchio, si trovò che essi contenevano minuscole particelle filiformi di polvere, le quali si trovavano disseminate anche sulle lamine. Dopo un certo tempo dacchè era stato applicato il campo elettrico tali corpuscoli formavano delle catene che stabilivano la connessione continua fra le lamine, in un tempo che variava da una prova all'altra secondo la quantità e la specie dei corpuscoli presenti. Appena veniva a stabilirsi tale collegamento, si manifestava nell'olio l'alta conduttività anormale; distaccando la sorgente di f. e. m., il collegamento per solito si disfaceva, e se il sistema veniva abbandonato a se stesso per un certo tempo, i corpuscoli si disperdevano di nuovo irregolarmente nel liquido. L'aggiunta di piccole quantità d'acqua nell'olio produceva delle bollicine che si raccoglievano intorno alle fibre ed alle altre sostanze estranee, aumentandone la conduttività. Quanto meno denso era l'olio tanto più facilmente le fibre s'orientavano sotto l'azione del campo elettrico e più facilmente si manifestava l'alta conduttività, la quale invece non s'aveva mai senza la contemporanea formazione di catenelle colleganti le lamine. A scopo di riprova, si sottoposero gli olii ai medesimi esperimenti, dopo averli accuratamente privati d'ogni traccia di sostanza solida per centrifugazione, e adoperando lamine la cui detersione era stata ottenuta chimicamente, senza far uso di stracci. Disponendo le lamine alla distanza di 2 mm fra loro, e adoperando un campo di 400 V, non s'ebbero mai ad osservare conduttività anormali, per quanto si variasse la qualità dell'olio. Restava dunque confermato definitivamente che la conduttività anormale degli olii era dovuta soltanto alla presenza di particelle solide.

Allorchè s'adoperano olii isolanti è dunque necessaria la massima cura per evitare che vi s'introducano sostanze solide estranee, le quali, disponendosi in catena sotto l'azione del campo elettrico, possono diminuire straordinariamente il potere isolante di essi. Tali particelle provengono in generale dagli stracci, specie se unti, coi quali si puliscono i recipienti e gli apparecchi. Anche l'umidità è dannosa, in presenza di fibre solide, per l'attitudine che ha a raccogliersi in bollicine ed unirsi alle fibre.

Queste conclusioni confermano i risultati cui erano giunti alcun tempo prima T. Hirobe, W. Ogava e S. Kubo con ricerche analoghe condotte nel Laboratorio Elettrotecnico di Tokio (V. « The Electrician », 2-3-1917), le quali però non erano ancora note allorchè l'A. intraprese e sviluppò il presente studio.

M. Ma.

* *

TRAZIONE.

Dr. Ing. G. HULDSCHINER — **Contributo al calcolo delle cadute di tensione nelle condutture di contatto e di alimentazione delle ferrovie elettriche a corrente alternata monofase.** (E. T. Z., 30 Dicembre 1920, pagg. 1049-1052).

L'autore prendendo lo spunto da un suo lavoro precedente sullo stesso argomento (E. T. Z. 1910 - Pag. 1206) accenna al fatto che la caduta di tensione calcolata secondo il metodo già svolto rappresenta la differenza geometrica fra la tensione al principio e quella alla fine della linea. La caduta di tensione però che più interessa la pratica e che ha un'influenza sul funzionamento dell'equipaggiamento di trazione è quella aritmetica.

Viene quindi esposto il diagramma vettoriale che serve a calcolare quest'ultima caduta di tensione per il caso in cui la linea sia provvista di un unico filo di contatto, senza filo di rinforzo. Indicate con ε, ε_ϱ e ε_σ le cadute di tensione totale geometrica, ohmica e induttiva, si può facilmente ricavare dal diagramma il valore di ε e rispettivamente quello della caduta di tensione totale aritmetica ε_{ar} se si calcolano le due componenti di ε dalle formole:

$$\varepsilon_\varrho = r_1 + r_2 + \frac{n\, q_1}{2 \,.\, 1,4 \,.\, 10^4}$$

volt di caduta di tensione per km di lunghezza e amp.

$$\varepsilon_\sigma = \frac{4 \pi n}{10^4} \left(ln \frac{D^2_{12}}{\sqrt{R_1 D_{11}}\, 0{,}78\, R_2} + \frac{\mu}{8} \right)$$

volt di caduta di tensione per km e per amp.

Nelle stesse:

n = frequenza in periodi/sec

R_1 = raggio equivalente della rotaia in cm (se si sostituisce l'area della rotaia con un cerchio di sezione equivalente)

R_2 = raggio del filo di contatto in cm

D_{11} = distanza fra le rotaie in cm

D_{12} = distanza fra le rotaie e il filo di contatto in cm

$\mu = 25 - \frac{n}{2{,}8}$ = permeabilità delle rotaie

r_1 = resistenza ohmica delle due rotaie in parallelo in ohm/km

r_2 = resistenza ohmica del filo di contatto in ohm/km

q_1 = sezione di una rotaia in cmq.

Partendo da valori medi che si incontrano usualmente nelle ferrovie a scartamento normale e cioè:

D_{11} = 143,5 cm

D_{12} = 610 cm

q_1 = 58,5 cm² (corrispondente a un peso di rotaia di 46 kg/m)

R_1 = 4,31 cm

ε = 0,17 Δ_b (Δ_b = tensione alla presa di contatto del veicolo)

per diversi valori della frequenza n e del fattore di potenza dell'equipaggiamento cos φ_b, vengono calcolati per diverse sezioni del filo di contatto, il fattore di correzione $k = \frac{\varepsilon_{ar}}{\varepsilon}$ rappresentante il rapporto fra caduta di tensione totale aritmetica e geometrica e il fattore di potenza cos φ_a al principio della linea.

La seguente tabella dà i risultati di questo calcolo:

Frequenza n	Cos φ_b	Sezione del filo di contatto: 50 mm²		100 mm²		150 mm²	
		k	cos φ_a	k	cos φ_a	k	cos φ_a
16,7	0,95	0,99	0.935	0,87	0,92	0,79	0,917
	0,85	1,00	0,84	0,96	0,82	0,91	0,81
	0,75	1,00	0,76	0,99	0,74	0,96	0,72
25	0,95	0,93	0,925	0,82	0,915	0,72	0,910
	0,85	0,98	0,845	0,93	0,82	0,87	0,81
	0,75	1,00	0,74	0,96	0,72	0,96	0,71
50	0,95	0,80	0,915	0,69	0,905	0,64	0,900
	0,85	0,91	0,815	0,83	0,80	0,81	0,795
	0,75	0,96	0,725	0,91	0,71	0,87	0,700

La fig. 1 rappresenta graficamente le variazioni di k per diverse sezioni del filo di contatto e diversi valori del fattore di potenza dell'equipaggiamento di trazione per la frequenza di 16,7 periodi. Si vede che il fattore k può in certi casi assumere dei valori sensibilmente inferiori all'unità, specialmente per sezioni abbondanti del filo di contatto e per fattori di potenza molto elevati. Su questi ultimi ha poco influsso la linea di contatto; in certi casi (forte resistenza ohmica del filo di contatto e basso fattore di potenza dei motori) può succedere

che la linea contribuisca a migliorare leggermente il fattore di potenza, per modo che esso risulti più elevato al punto d'alimentazione.

Discutendo i risultati del suo calcolo l'A. dimostra che essi hanno una importanza pratica sensibile. P. e. per la frequenza di 16,7 periodi, premesso che in un impianto di trazione monofase la massima caduta di tensione abbia luogo con un fattore di potenza di 0,95 dell'equipaggiamento motore, valore questo che si può raggiungere con locomotori moderni provvisti di motori potenti, il calcolo solito della

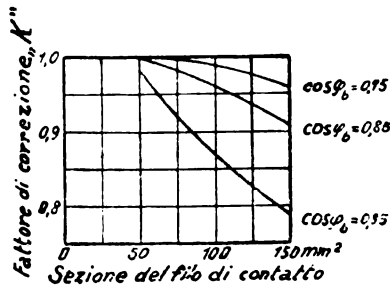



Fig. 1.

caduta di tensione geometrica darebbe una sezione totale di filo di contatto di 150 mm² con una caduta complessiva geometrica del 15%. In queste condizioni k assume il valore di 0,79 e questo significa che la caduta di tensione reale è solo del 12%. Si può dunque diminuire la sezione del filo di contatto per raggiungere il valore del 15% ammissibile per la caduta di tensione. Il calcolo mostra difatti che è sufficiente una sezione di 95 mm², inferiore cioè a 2/3 del valore precedentemente calcolato. Risulta perciò conveniente di basare in molti casi il calcolo della caduta di tensione sul valore del fattore k.

L'A. passa poi a discutere e dimostra l'attendibilità della formola da lui impiegata per calcolare la resistenza effettiva delle rotaie alla corrente alternata. Quindi espone il calcolo della caduta di tensione negli impianti monofasi di trazione provvisti di condutture di

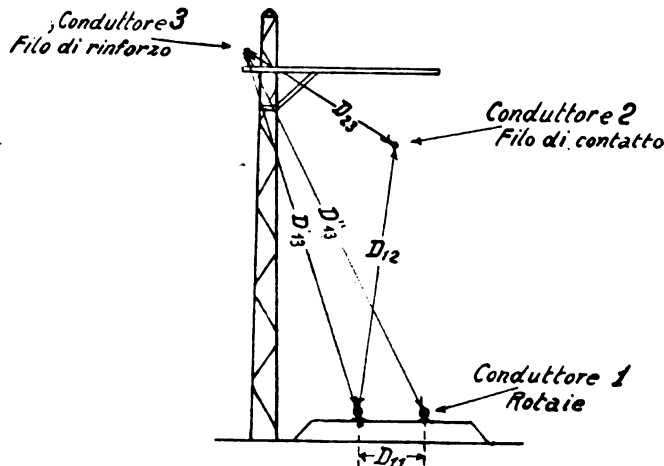



Fig. 2.

rinforzo. La fig. 2 indica la disposizione generalmente adottata. Gli indici 1, 2, 3 si riferiscono rispettivamente al circuito delle rotaie, del filo di contatto e di quello del filo di rinforzo. I simboli corrispondono a quelli usati antecedentemente. In base alle equazioni fondamentali:

$$\varepsilon_{\varrho_1} = I_1 \left(r_1 + \frac{n\, q_1}{2 \,.\, 1,4 \,.\, 10^4} \right) \text{ volt}$$

$$\varepsilon_{\sigma_1} = \frac{4\pi n}{10^4} \left[\frac{I_1}{2} \left(ln \frac{2\,l}{R_1} + \frac{\mu}{4} - 1 \right) + \frac{I_1}{2} \left(ln \frac{2\,l}{D_{11}} - 1 \right) + \right.$$
$$\left. + I_2 \left(ln \frac{2\,l}{D_{12}} - 1 \right) + I_3 \left(ln \frac{2\,l}{D_{13}} - 1 \right) \right] \text{ volt}$$

$$D_{13} = \frac{D_{13}' + D_{13}''}{2} \text{ cm}$$

$$\varepsilon_{\varrho_2} = I_2\, r_2 \text{ volt}$$

$$\varepsilon_{\sigma_2} = \frac{4\pi n}{10^4} \left[I_2 \left(ln \frac{2\,l}{0,78\,R_2} - 1 \right) + I_3 \left(ln \frac{2\,l}{D_{23}} - 1 \right) + \right.$$
$$\left. + I_1 \left(ln \frac{2\,l}{D_{12}} - 1 \right) \right] \text{ volt}$$

$$\varepsilon_{\varrho_3} = I_3\, r_3 \text{ volt}$$

$$\varepsilon_{\sigma_3} = \frac{4\pi n}{10^4} \left[I_3 \left(ln \frac{2\,l}{0,78\,R_3} - 1 \right) + I_2 \left(ln \frac{2\,l}{D_{23}} - 1 \right) + \right.$$
$$\left. + I_1 \left(ln \frac{2\,l}{D_{13}} - 1 \right) \right] \text{ volt}$$

nelle quali si indica con l la lunghezza delle condutture, grandezza questa che poi viene eliminata, basandosi sulle leggi di Ohm e di Kirchoff per le grandezze alternate si possono scrivere le relazioni:

$$I_2 + I_2 = - I_1 \quad (1)$$

$$I_2 \left(r_2 + j \frac{4\pi n}{10^4}\, ln \frac{D_{23}\, D_{12}}{0,78\, R_2\, D_{13}} \right) = I_3 \left(r_3 - j \frac{4\pi n}{10^4}\, ln \frac{0,78\, R_3\, D_{12}}{D_{23}\, D_{13}} \right) \quad (2)$$

Nelle stesse I_1, I_2 e I_3 sono grandezze vettoriali.

L'autore passa quindi alla soluzione grafica delle equazioni 1) e 2) e dimostra che i diagrammi che ne risultano e quindi il calcolo relativo si possono sensibilmente semplificare se si ammette che le grandezze I_1, $-I_2$ e $-I_3$ abbiano la medesima direzione.

Questa premessa è senz'altro ammissibile, perchè in pratica colla disposizione di condutture rappresentate dalla fig. 2 e date le sezioni comunemente adottate per le condutture, il calcolo così semplificato dà dei risultati che rientrano nel campo dell'esattezza ottenibile col regolo e col calcolo grafico.

I risultati del calcolo semplificato sono i seguenti:

Indicando con

$$a = \sqrt{r_2^2 + \left(\frac{4\pi n}{10^4}\, ln \frac{D_{23}\, D_{12}}{0,78\, R_2\, D_{13}} \right)^2}$$

$$b = \sqrt{r_3^2 + \left(\frac{4\pi n}{10^4}\, ln \frac{0,78\, R_3\, D_{12}}{D_{23}\, D_{13}} \right)^2}$$

coll'aiuto delle relazioni 1) e 2) si ricava:

$$I_2 = - I_1 \frac{b}{a+b}$$

$$I_3 = - I_1 \frac{a}{a+b}$$

e ponendo in quest'ultime $I_1 = 1$ si ottengono le cadute di tensione per amperechilometro seguenti:

$$\varepsilon_{\sigma_{12}} = \frac{4\pi n}{10^4} \left(ln \frac{D_{12}}{\sqrt{R_1\, D_{11}}} + \frac{\mu}{8} - \frac{b}{a+b}\, ln \frac{0,78\, R_2}{D_{12}} - \right.$$
$$\left. - \frac{a}{a+b}\, ln \frac{D_{23}}{D_{13}} \right) \quad (3)$$

$$\varepsilon_{\varrho_{12}} = r_1 + \frac{n\, q_1}{2 \,.\, 1,4\; 10^4} + \frac{b}{a+b}\, r_2 \quad (4)$$

e infine il valore assoluto dell'impedenza totale in Ohm per amp.-km

$$\varepsilon_{12} = \sqrt{\varepsilon_{\varrho_{12}}^2 + \varepsilon_{\sigma_{12}}^2} \quad (5)$$

Applicando il metodo di calcolo a un caso pratico, prendendo di base la frequenza di 16.7, per la disposizione di condutture che corrisponde a quella comunemente usata e ponendo cioè:

$$D_{11} = 143,5 \text{ cm}$$
$$D_{12} = 610 \text{ cm}$$
$$D_{13} = \frac{D_{13}' + D_{13}''}{2} = 880 \text{ cm}$$
$$D_{23} = 390 \text{ cm}$$
$$R_1 = 4,31 \text{ cm}$$
$$r_1 = 0,0147 \text{ Ohm/km}$$
$$q_1 = 58,5 \text{ cm}^2$$

si ottengono per diverse sezioni del filo di contatto e di quello di rinforzo i risultati elencati nella seguente tabella:

Sezione del filo di contatto mm².	Sezione del filo di rinforzo mm².	Sezione totale mm².	Impedenza chilometrica Ohm
50	50	100	0,304
	100	150	0,261
	150	200	0,247
100	50	150	0,261
	100	200	0,245
150	50	200	0,246

I risultati suddetti sono rappresentati graficamente dalla fig. 3.

E' da osservare in merito che questi risultati restano praticamente costanti anche in caso di variazioni non troppo grandi nella disposizione delle condutture, che è servita di base al calcolo prati-

co, e che per le sezioni di filo comunemente usate è indifferente in quale maniera la sezione totale di rame sia suddivisa fra il filo di contatto e quello di rinforzo.

Assai istruttivo è il confronto fra la disposizione con solo filo di contatto e quella con filo di contatto e filo di rinforzo. A parità di caduta di tensione per amp-km quest'ultima richiede una sezione totale di rame sensibilmente minore. Un calcolo pratico dimostra che,

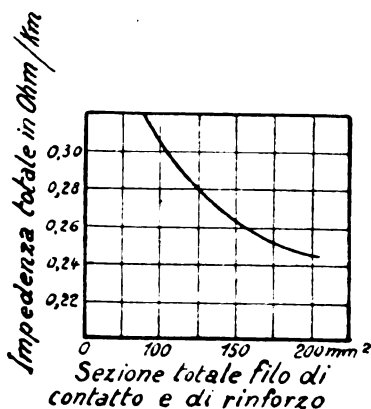



Fig. 3.

a parità di impedenza totale, sezioni totali di rame di 90 risp. 150 mm² distribuite fra filo di contatto e filo di rinforzo, equivalgono a sezioni di 150 risp. 600 mm² col solo filo di contatto. Risulta quindi che nei casi in cui necessita di impiegare forti sezioni di rame l'adozione di un filo di rinforzo permette di risparmiare delle quantità notevoli di rame. E' quindi in generale consigliabile di adottare nel primo periodo di sviluppo di un impianto di trazione una sezione del filo di contatto esattamente sufficiente a sopperire al traffico iniziale previsto, salvo a calcolare e predisporre i pali in modo che essi possano sostenere un filo di rinforzo necessario per l'ulteriore aumento del traffico. Dalle conclusioni del calcolo sembrerebbe perfino giustificato di prevedere la sezione del filo di contatto in modo che essa basti solamente per resistere alle sollecitazioni meccaniche, senza badare alla caduta di tensione, salvo a predisporre un filo di rinforzo di sezione occorrente per ridurre nei limiti necessari quest'ultima caduta di tensione. Una conclusione simile non deve però avere valore assoluto, poichè ogni caso pratico va studiato separatamente.

Per frequenze superiori a 16,7 periodi il vantaggio che si ottiene suddividendo la sezione totale del rame fra condutture di rinforzo e contatto è ancora più rilevante.

A 50 periodi per esempio, 200 mm² di sezione col solo filo di contatto corrispondono a 50 mm² di sezione distribuita fra filo di contatto e filo di rinforzo.

E' da notare infine che la differenza fra caduta totale di tensione geometrica e caduta totale di tensione aritmetica (effettiva) con condutture suddivise non è in generale così rilevante come col solo filo di contatto, e che essa può quindi venire quasi sempre trascurata. Bisogna però tenerne conto nel caso di fattore di potenza elevato dell'equipaggiamento e di rilevanti sezioni delle condutture.

e. s.

CRONACA

CONCORSI.

Insegnamento di Fisica nei RR. Licei e Istituti tecnici. — Il Ministero della Pubblica Istruzione ha consigliato gli Uffici Scolastici di provvedere, in caso di bisogno, alle supplenze di Fisica nei RR. Licei e nei RR. Istituti Tecnici del Regno con laureati in ingegneria, con specializzazione in elettrotecnica, i quali siano disposti ad accettare l'incarico.

ELETTROMETALLURGIA.

La ghisa elettrica nel Brasile. — La Compagnia Electro-Metallurgica Brasiliera e la Batcheller Mac Connel Co di New York hanno acquistato i diritti per il Brasile per i forni tipo Electrometall Grönwall, di cui due, ognuno da 3000 kW, si stanno installando per la produzione di ghisa. Di questo tipo, 27 forni funzionano con buon successo in Europa (Norvegia, Svezia, Italia, ecc.) con la potenza totale di 99 700 kW.

Il Governo Brasiliano ha concesso alla compagnia l'esenzione doganale per 30 anni per macchine, motori, forni, ecc. da importare e così anche per l'uso delle acque appartenenti allo Stato.

e. m. a.

★

Potere calorifico del gas dei forni elettrici. — Mentre che negli alti forni il gas prodotto ha il potere calorifico di 638 calorie per kg cioè 800 per m³, nei forni elettrici esso è rispettivamente di 2257 e 1450 calorie. La differenza è principalmente dovuta alla alta percentuale di ossido di carbonio contenuta nei gas dei forni elettrici, che producono una piccola quantità di gas relativamente ricco, mentre che gli alti forni ne producono molto, ma povero.

e. m. a.

★

Impianto di saldatura elettrica per cantiere navale. — La Newport News Shipbuilding and Dry Dock, di Newport (S. U.), ha semplificato il problema di fornire l'energia per le saldature ad arco, dovunque possa occorrere in un cantiere navale, concentrando i suoi generatori in una centrale da cui la corrente si distribuisce ai vari punti; metodo che si è mostrato più adatto alle condizioni locali, e più economico dell'altro ad apparecchi singoli per i vari operatori. Solo per le navi in acqua si usano ancora gli impianti portatili, con un conduttore collegato allo scafo per evitare azioni elettrolitiche su di esso. Il vantaggio nei riguardi della buona utilizzazione della potenza disponibile è tale che, per es., cinque generatori, che hanno una potenza complessiva equivalente a quella di trenta impianti portatili, possono alimentare invece quaranta archi.

La sottostazione della Newport contiene cinque gruppi motore-generatore, della General Electric: motori a gabbia di scoiattolo, 105 kW, 440 V, e dinamo compound a potenziale costante da 94 kW, 75 V, 1250 A.

Per la regolazione dei circuiti per la saldatura è disposto un quadro, a cinque pannelli eguali (uno per ogni dinamo) con interruttori e apparecchi di misura. I cinque generatori possono essere tutti o parte connessi ad un circuito con sbarre omnibus positiva e negativa, che ha il polo positivo collegato ai tralicci della gru e si dirama ai nove scali. Le chiglie dei vapori su di essi sono anche collegate ai tralicci, completando il circuito. Le varie stazioni per la saldatura sono inserite sulla linea negativa e vengono connesse attraverso resistenze permanenti in serie, ad interruttori posti su cavalletti a portata degli operatori che, per iniziare la saldatura, devono semplicemente connettere l'elettrodo ad un morsetto e, mediante un'altra leggera resistenza portatile, fra l'interruttore e l'elettrodo, possono regolare la corrente dell'arco. Così si eliminano le condutture provvisorie, e i pericoli da esse derivanti, e la tensione può nella sottostazione essere mantenuta costante. Sebbene il costo iniziale di 40 impianti portati sia del 10% circa minore del costo dell'impianto con la sottostazione centrale (compreso l'edificio, le linee, ecc.) questo è sempre più economico per molte altre ragioni. Si evitano infatti con esso le riparazioni agli apparecchi portatili, rese assai frequenti e costose dal continuo spostamento di essi nel cantiere e si ottengono ulteriori vantaggi riguardo alla buona utilizzazione della mano d'opera, alla qualità del lavoro, all'ingombro ecc.

e. m. a.

ILLUMINAZIONE E FOTOMETRIA.

Associazione tecnica per l'illuminazione. — La Lichttechnische Gesellschaft, costituitasi a Karlsruhe, si dedicherà, come le associazioni affini inglesi e americane, ai vari problemi dell'illuminazione, accogliendo come membri ingegneri, tecnici, architetti, medici, enti pubblici, ecc. La scelta della sede è dipesa dal fatto che esiste nel Politecnico di Karlsruhe un buon laboratorio per esperienze sull'illuminazione.

e. m. a.

IMPIANTI.

Impianto idroelettrico in India. — Le famose 4 cascate di Gersoppa che si trovano fra Bombay e il Mysore, e sono tra le più notevoli del mondo, saranno ben presto sfruttate per impianti idroelettrici. La loro bellezza, accresciuta dagli effetti di luce e ombra nelle varie ore del giorno, aveva fatto si che le autorità si opponessero allo sfruttamento proposto fin da 20 anni. Ora, invece, il Governo del Mysore ha preparato un progetto che, salvando il lato artistico, creerà, mediante una diga alta m 36, un serbatoio di circa 1200 milioni di m³. L'impianto, con una caduta totale di circa m 305, darà 74 000 kW e si prevede che costerà circa 75 milioni di lire (oro). *e. m. a.*

NOTIZIE ECONOMICHE, FINANZIARIE, STATISTICHE ecc.

Produzione di carbone. — Nel 1920 la produzione mondiale di carbon fossile, secondo la Geological Survey degli Stati Uniti, è stata di circa 1300 milioni di tonn. Essa ha superata la produzione del 1919, ma è rimasta inferiore per 42 milioni di tonn. a quella del 1913. I prezzi sono stati i massimi finora raggiunti, mentre che la qualità è andata peggiorando. *e. m. a.*

MISURE: METODI ED ISTRUMENTI.

Considerazioni pratiche sulle sistemazioni di pirometri industriali. — Da una comunicazione fatta da R. S. Whipple alla Ceramic Society, sono riportate in The Electrician del 17 giugno 1921 alcune interessanti considerazioni circa la manutenzione delle sistemazioni di pirometri industriali.

L'elevato costo dei materiali e della mano d'opera ha notevolmente accresciuta l'importanza di un efficace controllo della temperatura e molte ditte hanno sistemato dei pirometri nei loro stabilimenti. E' dubbio però che nella maggior parte dei casi si sia ricavato da questi apparecchi tutto il vantaggio possibile, e l'autore riassume nel suo studio le difficoltà riscontrate nella pratica e le precauzioni atte a superarle.

Nella scelta dell'istrumento da sistemare è necessario stabilire il grado di precisione desiderato e raggiungibile, la necessità di letture temporanee o continue, e la natura del lavoro effettuato nel forno che si considera. I direttori preferiscono naturalmente di sistemare l'apparecchio indicatore o registratore nel proprio ufficio; è invece generalmente preferibile sistemarlo dove possa essere sott'occhio del personale addetto al forno. Questo potrà in tal modo finire per considerarlo come un amico, mentre se l'apparecchio si trova nell'ufficio del direttore lo considererà sempre come una spia destinata a verificare se il personale fa il proprio dovere. Il sistema migliore sarà quello di sistemare due apparecchi in parallelo, uno nell'ufficio del direttore e l'altro sott'occhio dell'operaio.

Per ciò che riguarda la scelta degli strumenti si può ritenere che per temperature fra — 200° e 700° C. convengono i termometri a resistenza; fra 0° e 1200° C. i termometri termoelettrici e fra 700° e 2000° C. ed oltre i pirometri ottici o a radiazione. Per temperatura fra 300° e 1200° C. si possono usare termometri termoelettrici, ma per temperature superiori è pressochè impossibile proteggere una coppia dai gas deleterii. Ciascun tipo di apparecchi ha le sue limitazioni. Un'esattezza di 0,1 per cento si può ottenere soltanto prendendo speciali precauzioni. L'inesattezza può essere dovuta a varie cause, p. es. alle seguenti: (1) distruzione dell'involucro di protezione del pirometro per eccessivo riscaldamento, o per rottura meccanica dovuta a montaggio difettoso nel forno; (2) vibrazione del supporto del galvanometro; (3) avvolgimenti difettosi o connessioni male eseguite; (4) sporcizia; (5) difetto di regolazione dell'indicatore o del registratore; (6) maneggio negligente dello strumento o trascuranza dei dettagli.

Di grande importanza è il materiale per i tubi di protezione. Prima della guerra il miglior materiale era prodotto dalla fabbrica reale di porcellana di Berlino. Attualmente buoni tubi di porcellana vengono fabbricati in Inghilterra, in America e in Giappone. E' della massima importanza la posizione di montaggio. In alcune lavorazioni è desiderabile portare i pirometri più vicini possibile al lavoro, evitando al tempo stesso il pericolo di rottura.

Le vibrazioni hanno raramente importanza nella pratica; notevoli errori possono invece dipendere da connessioni difettose, contatti intermittenti e variazioni di resistenza. Le custodie dei registratori devono essere tenute il più possibile libere da sporcizia che può contenere particelle di ferro; queste potrebbero aderire ai magneti e impedire il libero movimento della bobina del galvanometro. Gli strumenti devono essere tarati con strumenti campione, ed anche con le temperature note di ebollizione o di congelamento.

Negli strumenti termoelettrici gli errori possono dipendere: (1) da variazioni graduali nella forza elettromotrice della coppia; (2) da inesatta conoscenza della temperatura del giunto freddo; (3) dalla resistenza dei collegamenti o da difettose connessioni; (4) dalla temperatura dell'indicatore e da variazioni nel galvanometro. L'errore più grave nella pirometria industriale è quello indicato in (2). I galvanometri devono avere preferibilmente grande resistenza, in modo che le variazioni nella resistenza del circuito abbiano influenza relativamente piccola. Bisogna evitare eccessivi riscaldamenti del galvanometro; ciò può implicare lunghi conduttori di collegamento; ma l'effetto di questi può essere compensato e non può dare gravi inconvenienti.

In complesso se la sistemazione dei pirometri è convenientemente sorvegliata e mantenuta, essa può funzionare senza inconvenienti, specialmente quando si tenga presente che è superfluo cercare nello strumento un'approssimazione di uno o due gradi, quando la temperatura del forno ammette nella regolazione degli scarti di dieci o venti gradi. *E. C.*

TRAZIONE.

L'elettrificazione ferroviaria. — In altra parte del giornale pubblichiamo il decreto legge che stanzia 16 milioni per lo spostamento delle reti telegrafiche e telefoniche in dipendenza dell'elettrificazione delle ferrovie.

Riteniamo interessante riprodurre qui anche la relazione che accompagnava il disegno di legge.

Nella relazione che accompagnava il disegno di legge era detto, fra l'altro:

L'articolo 2 del decreto-legge n. 597 del 2 maggio 1920 pubblicato nella « Gazzetta Ufficiale » del 21 stesso mese — decreto già approvato dai due rami del Parlamento — stabilisce che i fondi occorrenti per lo spostamento e la sistemazione delle linee telegrafiche e telefoniche in dipendenza delle elettrificazioni ferroviarie debbano essere concessi in aggiunta a quelli assegnati all'Amministrazione delle ferrovie per i lavori veri e propri di elettrificazione. E poichè la competenza a giudicare delle spese relative spetta all'Amministrazione dei telegrafi, rendesi necessario che i fondi occorrenti siano stanziati nella parte straordinaria del bilancio delle poste e dei telegrafi.

L'elettrificazione delle ferrovie per circa 6 mila chilometri di linea impone all'Amministrazione dei telegrafi l'esecuzione di vastissimi ed importanti lavori per sottrarre le proprie linee ai dannosi effetti dell'induzione. La spesa complessiva prevista si aggira a cifra notevole; siccome però non è escluso che per alcune linee le ferrovie possano applicare il sistema a corrente continua anzichè quello a corrente alternata, il fabbisogno suesposto potrà anche essere semplicemente ridotto.

La spesa complessiva sarà ripartita in più esercizi finanziari essendo connessa coi lavori che esegue l'Amministrazione ferroviaria. L'Amministrazione dei telegrafi, d'accordo col Ministero del tesoro, ha riconosciuto l'opportunità di limitare per ora a due soli esercizi finanziari la richiesta dei fondi occorrenti per i lavori urgenti lungo le linee: Torino-Susa, Torino-Chieri, Torino-Ronco ed accessi a Voghera, sulle quali l'Amministrazione delle ferrovie ha iniziato i propri lavori fin dallo scorso anno.

La spesa prevista in lire 16 milioni circa dev'essere ripartita nei due esercizi 1921-22 e 1922-1923. Per i lavori da eseguirsi in seguito, i fondi saranno richiesti esercizio per esercizio con le stesse modalità.

La elettrificazione delle ferrovie Torino-Susa, Torino-Chieri, Torino-Ronchi ed accessi a Voghera, ha compromesso — per effetto della induzione — il servizio telegrafico e telefonico.

Occorrono spostamenti e nuove sistemazioni di linee per garantirlo. Le spese relative a tali spostamenti ed a tali sistemazioni ascendono, per le linee suddette, a 16 milioni. La presente legge assegna i fondi necessarii ripartendoli nei due bilanci 1921-22 e 1922-23.

Assicura il Governo che per i lavori da eseguirsi ulteriormente i fondi saranno richiesti esercizio per esercizio.

Ingente è il gravame che viene a sopportare lo Stato per riparare i danni dell'induzione; ma l'elettricazione delle ferrovie presenta tanti vantaggi, da decidervi ad approvare. con tranquillità di coscienza le leggi che impongono tali gravami al Paese.

Si hanno così dati ufficiali sulla spesa occorrente per lo spostamento delle linee telegrafiche e telefoniche, necessarie con la trazione a corrente alternata. I 16 milioni stanziati devono infatti servire per un gruppo di linee dello sviluppo complessivo di circa 300 km. Sono dunque circa 50 — 55 mila lire per ogni km di linea elettrificata.

★

La ferrovia Paulista (E. R. J. - 7 maggio 1921 - pag. 859). — E' stato ultimato e provato il primo locomotore per treni merci destinato a prestar servizio su questa nuova linea elettrificata. Il locomotore pesa 100 tonn. Ha sei assi motori ciascuno comandato da un motore a c. c. da 280 HP. I motori sono inseriti costantemente in serie a due a due sui 3000 V. Il locomotore è stato previsto per il rimorchio di treni di 770 tonn., su linee con pendenze fino al 20 ‰. Il servizio si inizierà sul tratto fra Yundiahy e Campinas con un percorso di circa 45 km a doppio binario. Per esso sono previsti 8 locomotori merci e 4 per passeggeri. La costruzione è stata affidata in parte alla Westinghouse ed in parte alla G. E. C. *(g. a. r.)*

★

Trazione elettrica su strade ordinarie. — In prove eseguite recentemente a Milano su veicoli ad accumulatori destinati al trasporto passeggieri, si ebbe per percorso approssimativamente piano su strade asfaltate e cilindrate, un consumo di 36 Wh per tonn. km, come media del consumo di un'ora di corsa senza fermate.

Tale consumo si riferisce esclusivamente all'energia assorbita dalla trazione, e aumenta sensibilmente se si tien conto del rendimento della batteria e quindi del reale consumo d'energia necessario per tal sistema di trazione. Tuttavia il risultato può ritenersi soddisfacente in confronto di quelli ottenuti finora nella trazione ad accumulatori.

VARIE.

Precauzioni nel maneggio del radio. (The Engineer 8-7-21). — Il *Chemical Trade Journal* raccomanda le seguenti norme per il maneggio del radio.

Il radio deve essere sempre maneggiato con un forcipe e non con le dita. Esso deve essere trasportato da un luogo all'altro in scatole con lungo manico rivestite completamente con un centimetro di piombo. Le manipolazioni devono essere più rapide che sia possibile. Il radio deve essere conservato in un ripostiglio le cui pareti abbiano uno spessore equivalente a non meno di 8 cm di piombo. Nel preparare emanazioni di radio bisogna impiegare guanti di gomma ed evitare dispersioni di emanazioni. Il locale deve essere ventilato con un estrattore elettrico.

E. C.

NORME, LEGGI, DECRETI E REGOLAMENTI

Sistemazione della rete telegrafica e telefonica nazionale in dipendenza della elettrificazione delle Ferrovie dello Stato.

Decreto N. 1132 *della raccolta ufficiale delle leggi del Regno* (Gazzetta Ufficiale N. 204 del 28 Agosto 1921).

Il Senato e la Camera dei Deputati hanno approvato;
Noi abbiamo sanzionato e promulghiamo quanto segue:

Art. 1. — E' autorizzata la spesa straordinaria di L. 16 000 000 al fine di provvedere ai lavori di spostamento e sistemazione delle linee telegrafiche e telefoniche lungo i tratti ferroviari in corso di elettrificazione: Torino-Susa, Torino-Chieri, Torino-Ronco ed accessi a Voghera.

La somma sarà stanziata nello stato di previsione della spesa del Ministero delle poste e dei telegrafi in ragione di 8 000 000 di lire per ciascuno degli esercizi finanziari 1921-922 e 1922-923.

Art. 2. — Per l'esecuzione dei lavori di cui al precedente articolo e cioè per le spese occorrenti alle forniture di materiali, ai trasporti e alla mano d'opera comprese le indennità agli agenti di manutenzione, nonchè per i compensi dovuti a titoli d'imposizione di servitù, di espropriazione dei terreni e di risarcimento di eventuali danni, la Cassa depositi e prestiti è autorizzata a far anticipazioni al tesoro dello Stato per la predetta somma di L. 16 000 000 in ragione di L. 8 000 000 per ciascuno degli esercizi finanziari di cui al precedente articolo.

Le somme che eventualmente non fossero somministrate nei singoli esercizi potranno essere prelevate nei successivi.

Art. 3. — L'ammontare delle somministrazioni effettuate in ciascuno esercizio finanziario sarà estinto in 35 annualità eguali posticipate, comprendenti capitale ed interessi al saggio del 4 per cento decorrenti dal 1° luglio successivo e pagabili entro il mese di giugno di ciascun anno, a cominciare dal 1923.

Sulle somme che verranno somministrate dalla Cassa depositi e prestiti dalla data di ciascun mandato sino al 30 giugno successivo sarà corrisposto il solo interesse nella suddetta misura del 4 per cento.

Ordiniamo che la presente, munita del sigillo dello Stato, sia inserta nella raccolta ufficiale delle leggi e dei decreti del Regno d'Italia, mandando a chiunque spetti di osservarla e di farla osservare come legge dello Stato.

Data a Sant'Anna di Valdieri, addì 20 agosto 1921.

VITTORIO EMANUELE.

Giuffrida — De Nava.

Visto, *Il guardasigilli*: *Rodinò.*

*

Autorizzazione straordinaria di spese per urgenti opere, lavori ed acquisti, inerenti ai servizi telegrafici e telefonici.

Decreto N. 1133 *della raccolta ufficiale delle leggi del Regno* (Gazzetta Ufficiale N. 204 del 28 Agosto 1921).

Il Senato e la Camera dei Deputati hanno approvato;
Noi abbiamo sanzionato e promulghiamo quanto segue:

Art. 1. — E' autorizzata la spesa straordinaria di L. 150 000 000 al fine di provvedere ad opere, lavori ed acquisti urgenti ed improrogabili per la sistemazione delle reti telefoniche urbane ed interurbane e delle reti telegrafiche.

Tale spesa sarà ripartita come segue:

L. 25 000 000	per l'esercizio	1921-922
» 50 000 000	» »	1922-923
» 50 000 000	» »	1923-924
» 25 000 000	» »	1924-925

Art. 2. — E' data facoltà al Governo di affidare alle Ditte prescelte per gli impianti e le forniture anche la esecuzione delle opere edilizie e stradali (edifici, canalizzazioni, manufatti) che servono per la installazione degli impianti e per la messa in opera delle forniture.

Tale provvedimento è da approvarsi con decreto Reale su proposta del ministro delle poste e dei telegrafi, sentiti il Consiglio superiore dei lavori pubblici ed il Consiglio di Stato.

Art. 3. — E' autorizzata la concessione ad una Società nazionale della posa e dell'esercizio di cavi sottomarini per le comunicazioni dirette con la Spagna, il Brasile, l'Uraguay e l'Argentina, nonchè con la Grecia.

La concessione sarà fatta mediante apposita convenzione da approvarsi con decreto Reale sentito il Consiglio di Stato ed il Consiglio dei ministri e potrà contenere la garanzia da parte del Governo, per non oltre dieci anni, di un minimo di parole da scambiare attraverso i cavi suddetti.

Le somme che fossero da erogarsi in dipendenza di tale garanzia, saranno inscritte annualmente nello stato di previsione della spesa del Ministero delle poste e dei telegrafi.

L'atto costitutivo, gli atti di aumento del capitale e lo Statuto della Società assuntrice saranno sottoposti ad una tassa fissa di registro di L. 1000. Per la durata di 10 anni, a decorrere dalla data dell'atto costitutivo, la Società sarà esentata dalla imposta di ricchezza mobile e da ogni altra imposta sul reddito sino a concorrenza del 6 per cento sul capitale effettivamente versato.

Art. 4. — Con decreto del ministro del tesoro sarà provveduto ad inscrivere nella parte straordinaria dello stato di previsione della spesa del Ministero delle poste e dei telegrafi la somma di L. 150 000 000 ripartita nel modo indicato all'art. 1.

L'assegnazione delle somme alle singole opere risulterà da decreti del ministro delle poste e dei telegrafi d'accordo con quello del tesoro, e sarà fatta in guisa che ciascuna delle opere contemplate possa essere condotta a termine fino alla sua utilizzazione industriale con la somma stanziata.

Ordiniamo che la presente, munita del sigillo dello Stato, sia inserta nella raccolta ufficiale delle leggi e dei decreti del Regno d'Italia, mandando a chiunque spetti di osservarla e di farla osservare come legge dello Stato.

Data a Sant'Anna di Valdieri, addì 20 agosto 1921.

VITTORIO EMANUELE.

Giuffrida — De Nava.

Visto, *Il guardasigilli*: *Rodinò.*

*

Costruzione e collegamento di linee di trasmissione dell'energia proveniente da impianti idraulici.

Decreto N. 1223 *della raccolta ufficiale delle leggi del Regno.* (Gazzetta Ufficiale N. 220 del 17 Settembre 1921).

Visto il decreto Luogotenenziale 22 febbraio 1917, n. 386, concernente l'autorizzazione per la costruzione e il collegamento di linee di trasmissione dell'energia proveniente da impianti idraulici, la cui validità fu prorogata sino al 31 luglio 1921, giusta il R. decreto 3 febbraio 1921, n. 179, in virtù dell'art. 3 del R. decreto 30 settembre 1920, n. 1389;

Sentito il Consiglio dei ministri;

Sulla proposta del ministro segretario di Stato pei lavori pubblici, di concerto con quello per l'industria e il commercio;

Abbiamo decretato e decretiamo:

La validità del su citato decreto Luogotenenziale 22 febbraio 1917, n. 386, è prorogata sino a quando non saranno adottate nuove disposizioni legislative relativamente alla servitù di elettrodotto ed alla trasmissione e distribuzione dell'energia elettrica.

Il presente decreto sarà presentato al Parlamento per la conversione in legge.

Ordiniamo che il presente decreto, munito del sigillo dello Stato, sia inserto nella raccolta ufficiale delle leggi e dei decreti del Regno d'Italia, mandando a chiunque spetti di osservarlo e di farlo osservare.

Dato a Sant'Anna di Valdieri, addì 20 agosto 1921.

VITTORIO EMANUELE

Bonomi — Micheli — Belotti.

Visto, Il guardasigilli: *Rodinò.*

Associazione Elettrotecnica Italiana
Eretta in Ente morale il 3 Febbraio 1910

La XXVI Riunione Sociale in Sicilia

(16-23 Ottobre 1921)

Cronaca della Riunione.

La ristrettezza del tempo ci obbliga ad una cronaca sommaria della brillante riunione, cronaca impari del tutto alle bellissime giornate passate in Sicilia; del resto, come già più volte avvertimmo, queste brevi note non intendono sostituirsi ai verbali della Riunione che saranno pubblicati a suo tempo; ma vogliono solo fissare ricordi e richiamare impressioni che per il loro carattere non possono trovar posto nella prosa ufficiale dei verbali.

★

La Riunione si è effettivamente iniziata la sera di sabato 15 Ottobre a Napoli quando la gran maggioranza dei Congressisti — circa 300, con una settantina di signore — si imbarcarono sulla *Città di Siracusa*, il piroscafo speciale messo a loro disposizione per la traversata. Buon numero degli intervenuti erano già partiti la sera precedente col *Brasile*, altri seguirono la sera del sabato col postale *Solunto*, ma a tutti fu riservato l'incanto di una traversata ideale con un mare calmissimo e fosforescente sotto il plenilunio. Al molo di Palermo grandi cartelli di richiamo raccoglievano gli arrivanti intorno agli organizzatori che rapidamente li indirizzavano ai vari alberghi in cui erano stati prefissati gli alloggi.

Poche ore dopo l'arrivo, alle 10 della Domenica 16, i congressisti partivano con tram speciali e con camion alla volta di Monreale e si iniziava così la serie delle mirabili visioni di arte e di natura e di cordiali, indimenticabili accoglienze da parte dei colleghi Siciliani. Infatti dopo la visita alla chiesa meravigliosa ed al suggestivo chiostro i convenuti sedevano ad una lauta colazione, su un terrazzo da cui la vista spaziava su tutta la Conca d'Oro e su Palermo lontana in riva al mare azzurro. Alla frutta si ebbero i primi brindisi — i primi di una lunghissima serie — pronunziati dal *Pres. Del Buono*, dal *Rev. Lo Gesu*, che era stato guida dotta e cortese a buon numero di visitatori, e dall'On. *Ing. Drago*.

Discesi i gitanti in città, alle 16 si inaugurava solennemente il congresso nella sala delle Lapidi in Municipio. Aprì il fuoco dei discorsi il Sindaco, principe *Di Scalea*, seguì S. E. *Corbino* che sintetizzò felicemente il carattere dell'A. E. I. e ricordò le glorie italiane in ogni capitolo dell'elettrotecnica. Quindi l'Ing. *Trossarelli*, presidente della Sezione di Palermo, dopo aver letto un telegramma di adesione del Ministro Micheli salutò i colleghi convenuti così numerosi da ogni parte d'Italia e particolarmente i rappresentanti delle terre redente. Infine il Presidente generale Ing. *Del Buono* ringraziò le autorità e gli ospiti ed accennò ai caratteri ed agli scopi del Congresso.

Dopo una breve sospensione durante la quale fu servito nelle sale contigue un ricco rinfresco offerto dal Municipio, si inaugurarono i lavori. In assenza dell'Ing. Omodeo, l'Ing. *Vismara* tratteggiò con sobria parola, da tecnico a tecnici, il piano generale di elettrificazione dell'Isola a cui si adoprano le diverse società ch'egli dirige. Quindi l'On. Ing. *Drago* illustrò ampiamente, con un forbito discorso, i caratteri generali dell'impianto dell'Alto Belice di cui egli ebbe la prima idea. La riunione si chiuse, su proposta *Silva* con un vivo applauso al *Corbino* per l'opera preziosa e benefica da lui svolta al Consiglio superiore delle acque.

La sera alle 20 i congressisti si riunivano all'Hotel des Palmes per il pranzo Sociale, che fu servito in due saloni contigui non essendosi potuto trovare un locale capace di oltre trecento commensali. Alle frutta parlarono successivamente il Presidente *Del Buono* e il *Sindaco* per lo scambio rituale di saluti e ringraziamenti, S. E. *Corbino* accennando ai pericoli che minacciano nell'avvenire le imprese elettriche, l'On. *De Andreis*, inneggiando alla libertà della scienza, l'Avv. *Alessi* assessore dei LL. PP. ricordando quanto l'Italia insulare debba alla continentale e infine l'On. *Drago* invocando, nella libertà, la disciplina e l'amor di patria.

Dopo il banchetto, — fatto senza precedenti, crediamo, negli annali dell'A. E. I., ma perfettamente giustificato dalla insolita presenza di tante leggiadre signore e signorine — le danze, protratte fino oltre la mezzanotte.

★

Il Lunedì 17, di buon mattino i congressisti partivano in automobili e camion alla volta di Piana dei Greci. Le signore erano state escluse dalla gita piuttosto faticosa e furono più tardi condotte alla spiaggia di Mondello dove fu ad esse offerta una colazione in riva al mare azzurro e tentatore, tanto che non mancarono le bagnanti fuori di stagione! La carovana dei camion e delle automobili, dopo un tragitto interessantissimo, si scioglieva ai cantieri oltre Piana dei Greci, dove i congressisti erano ricevuti oltre che dagli Ingg. Vismara e Trossarelli, dall'Ing. Mangiagalli progettista della diga, dall'Ing. Sartori direttore dei lavori e dai loro collaboratori. Con la loro guida, dopo un gradito spuntino ad essi offerto presso le baracche dei cantieri, i convenuti visitarono minutamente i lavori di fondazione dell'importante sbarramento; quindi sui due pittoreschi trenini, con un interessante viaggietto di circa 18 chilometri seguente presso a poco il percorso del canale, furono condotti ad un secondo centro importante di cantieri, dove sotto ampie tettoie appositamente erette erano imbandite le mense con ogni desiderabile *confort*. Non si ebbero — *alba signanda lapillo* — discorsi nè brindisi. Levate le mense si percorse un tratto di galleria di circa 800 metri e si sboccò nella futura vasca di carico. Di là, per un interessante sentiero alpestre che scavalca gli ultimi contrafforti montuosi, attraversati dalla galleria forzata, si giunse all'ultima cresta da cui si domina in un panorama superbo tutta la Conca d'oro. Con poca fatica e con minor pericolo, mercè le scale all'uopo predisposte, i congressisti si procurarono quindi il piacere e l'emozione di una discesa lungo una parete quasi verticale. Raggiunto lo sbocco della galleria forzata essi discesero alla centrale lungo la sede della futura condotta forzata e dopo una rapida visita alla centrale, in cui si iniziano i montaggi, presero posto nei camion e nelle automobili venuti per altra via da Piana dei Greci e rientrarono in Palermo pienamente soddisfatti per la bellezza dei panorami, per la perfetta organizzazione e per l'importanza e l'interesse delle opere visitate.

La sera alle 21, nonostante la stanchezza di molti, la grande aula della Scuola di Elettrotecnica era completamente affollata (numerosissime anche le signore) per la conferenza dell'Ing. *G. Semenza* che, col sussidio di molte interessanti proiezioni, parlò del suo recente viaggio in America mettendo felicemente a confronto criteri e sistemi di laggiù con quelli generalmente da noi seguiti.

★

La giornata di Martedì 18 fu completamente dedicata alle adunanze, ma non bastò ad esaurire il programma. Nella mattinata si ebbe dapprima una lucida esposizione — fuori programma — dell'Ing. *Mangiagalli*, il quale illustrò il suo progetto per lo sbarramento dell'alto Belice, visitato il giorno prima dai congressisti. Seguì l'Ing. *Civita* il quale, col sussidio di molti interessantissimi diagrammi statistici, e pur sorvolando per brevità su molti dati di fatto pazientemente raccolti, illustrò l'opera passata, presente e futura delle Società Esercenti imprese elettriche per sfatare l'accusa di imprevidenza e di ignavia che contro di esse viene frequentemente lanciata dai profani. Dopo la conferenza fu votato un ordine del giorno che ne ribadiva le conclusioni.

Nel pomeriggio ebbe per primo la parola il Prof. *Lombardi* il quale per quasi due ore incatenò l'attenzione dell'uditorio con la sua parola rapida e precisa esponendo i risultati delle sue ricerche sperimentali sui più recenti tipi di protezioni e facendo un interessante parallelo critico fra i sistemi Petersen, Jonas e Bauch. Poichè il Lombardi parlava spesso in nome della commissione speciale per le sovratensioni, da lui presieduta e che si era poco prima radunata, il Presidente *Del Buono*, nel ringraziare il Lombardi, si compiacque di constatare che c'è qualche commissione che utilmente lavora.

Si sarebbe quindi dovuto entrare nel vivo della materia del congresso con la discussione sui vari progetti per l'attraversamento dello stretto di Messina; ma data l'ora già tarda ci si limitò ad ascoltare il riassunto che l'Ing. *Ferrando* espose del suo progetto di attraversamento con linea aerea già pubblicato sull'Elettrotecnica. Quindi l'Ing. *Alagna*, Direttore della sezione autonoma di Palermo per il servizio idrografico, riferì sul problema dei serbatoi in Sicilia mostrando come, all'infuori degli impianti già in funzione (Alcantara e Cassibile) e in costruzione (Alto Belice), dovrebbero potersi produrre circa 70 000 kW oltre ad irrigare vastissime zone di terreno. Fu anch'egli come tutti i precedenti oratori salutato da vivi applausi.

Chiuse così le sedute a Palermo, i congressisti si affrettavano ai Giardini di Armida dove la Società Gen. Elett. della Sicilia offriva loro un banchetto. Anche qui per dolorosa necessità i convenuti dovettero suddividersi in due sale contigue cosicchè solo una parte di essi potè ascoltare i brindisi dell'Ing. *Vismara*, dell'Assessore Avv. *Alessi*, del Presidente *Del Buono* e dell'Ing. *Simoncini* in rappresentanza del ministro Micheli.

★

La mattina del Mercoledì 19 alle 5,40 i congressisti lasciavano Palermo col treno speciale che doveva condurli attraverso tutta

l'isola. Dopo aver costeggiato il Tirreno fino a Termini, il treno, su cui mai non fece difetto l'allegria, volgeva a Sud e dopo un caratteristico tragitto attraverso le plaghe più deserte dell'isola deponeva alle 8 i gitanti a Campofranco per la visita alla vicina miniera di Zolfo. Accolti con grande cordialità dalla gentile proprietaria della miniera e dal Direttore Ing. Verderame, dopo aver largamente approfittato del lauto servizio di buffet, i convenuti visitarono le parti superficiali della miniera (dato il grande numero non fu possibile naturalmente entrare nelle gallerie) riportandone una netta ed interessante impressione, che, ripreso il viaggio, si tradusse per iniziativa di volonterosi in una colletta. La somma raccolta fu in seguito trasmessa alla Direzione della miniera perchè la devolvesse ad una delle opere a favore degli operai.

Intanto, sempre attraverso un paesaggio caratteristico, il treno proseguiva per Girgenti dove giungeva a mezzogiorno. Durante il tragitto si era fatto onore alla colazione al cestino (sostituita per evidenti ragioni di impossibilità materiali alla vettura ristorante di cui si era parlato quando si credeva che gli intervenuti avrebbero di poco superato il centinaio!). A Girgenti una lunga teoria di carrozzelle e qualche camion condussero i visitatori in pellegrinaggio alle rovine dei famosi templi che contano ventisei secoli di storia. La gita, sotto un sole ancora infuocato, in un paesaggio tutto giallo oro fra l'azzurro terso del cielo e del mare, lasciò in tutti una impressione indimenticabile. Dopo una breve sosta in Girgenti città, la carovana ritornava al treno che dopo un interessante tragitto di sette ore sbarcava i congressisti, un po' stanchi, ma pienamente soddisfatti a Siracusa, alle 22. Una vera folla di carrozzelle distribuiva rapidamente i gitanti ai vari alberghi in cui erano fissati gli alloggi.

★

Il Giovedì 20 fu giornata di relativo riposo. Ogni gruppo di quattro congressisti ebbe a disposizione per l'intera giornata una carrozzella e potè visitare a suo piacere la città moderna, caratteristica sulla penisola fra i due golfi, e gli imponenti avanzi della città antica. Alle 17 i congressisti furono ricevuti solennemente in Municipio dove fu ad essi offerto un ricco rinfresco chiusosi con brevi discorsi del Pro-sindaco On. *De Giovanni* e del Presidente generale *Del Buono*.

Il pranzo signorilmente offerto dalla Società Siracusana, sempre per mancanza di locali sufficientemente ampi, fu servito nei tre principali alberghi in cui erano suddivisi i congressisti. Alla Villa Politi dove risiedeva la presidenza, si ebbe, alle frutta, un vero fuoco di fila di discorsi. Parlarono l'Ing. *Fusco* Presidente della Siracusana, il pro Sindaco On. *De Giovanni*, il *Prefetto*, il Presidente *Del Buono*, il Rag. *Tedeschi* in versi, l'On. *Netti*, l'On. *Galfo Ruda* ed infine l'Ing. *Palestrino* per la Sezione di Torino. E nonostante la stanchezza e l'ora tarda si ripresero le danze...

★

Nuova partenza mattutina il venerdì 21 pel viaggio in treno speciale alla volta di Catania dove si giungeva alle 9 e mezza. Nella mattinata visita individuale alla città; nel pomeriggio alle 15 nuovo ricevimento solenne in Municipio per la riunione di chiusura del congresso. Mentre si attendeva S. E. il Ministro Giuffrida che potè giungere solo alle 16, si ebbero i discorsi del *Sindaco*, dell'Ing. *Fusco*, Consigliere Delegato della Soc. Catanese e del Pres. generale *Del Buono*. Sorse quindi il Ministro *Giuffrida* il quale espose con grande sincerità, di cui gli va data la più ampia lode, i guai del servizio telegrafico e telefonico. Peccato che le conclusioni non siano state quelle che la maggioranza dei congressisti avrebbero tratte dalle stesse promesse. Non mancarono tuttavia gli applausi alla onesta esposizione, anche da parte dei numerosi consoci che avevano votato l'ordine del giorno di Trieste così in contrasto con le direttive di Sua Eccellenza.

Sospesa la seduta per l'oramai abituale signorile rinfresco, l'ora era già assai avanzata alla ripresa e si dovette affrettare lo svolgimento del programma. Il Comm. *Marchesi* riassunse la sua relazione sulle comunicazioni fra la Sicilia ed il continente. Cessati gli applausi l'Ing. *Semenza*, richiamandosi a quanto ci aveva narrato dei Laboratori sperimentali nord-americani, espresse il voto particolarmente opportuno data la presenza del Ministro, che non si lesinino i mezzi all'Istituto Sperimentale delle PP. e TT.

Avrebbe dovuto quindi seguire l'assemblea generale ordinaria dell'Associazione, ma essa si ridusse all'approvazione volante dei bilanci ed all'annuncio dato dal Presidente *Del Buono*, dell'assegnazione della prima medaglia Jona al Prof. Lombardi per i suoi lavori sulle sovratensioni. Il Prof. *Lombardi*, salutato da un vivo cordiale applauso prese la parola per ringraziare e per rievocare con nobilissime parole la figura di Emanuele Jona tragicamente perito in mare col Brunelli e con altri nell'adempimento del proprio dovere. La seduta potè così chiudersi con una vera ondata di commozione.

Alle 20 nei locali della Birreria Svizzera si adunavano i congressisti al banchetto offerto dalla Società Catanese. Assai numerosi erano gli invitati e cosicchè si calcola che i coperti fossero poco meno di quattrocento!

★

Alle frutta parlarono il Barone *Zappalà*, Presidente della Soc. Catanese, il Presidente generale *Del Buono*, l'On. *Netti*, che con un lungo discorso invocò dal Governo un regime di libertà per le imprese industriali, il Sindaco Avv. *Ardizzone*, S. E. *Giuffrida*, l'Ing. *Semenza* augurando che la prossima riunione possa tenersi a Milano e che i colleghi del mezzogiorno abbiano ad affluirvi numerosi, l'Ing. *Palestrino* ed il Dott. *Paternò* della Confederazione commercianti di Catania.

I congressisti non devono certo rendere conto dell'ozio! Ancora il Sabato 22 levata mattutina per la gita intorno all'Etna. Tempo sempre splendido e viaggio quanto mai suggestivo con la ferrovia circum etnea in un quadro sempre variato e caratteristico, nel quale alle tipiche distese di fichi d'india lussureggianti si alternavano, come tragici ghiacciai neri, le fiumane di lava. A Mojo si abbandonava il treno per i camion e le automibili predisposti dalla Società e quasi senza transizione si passava nella vegetazione rigogliosa della vallata dell'Alcantara. Erano le quattordici quando si giungeva alla 2ª Centrale, ed è da credersi che il ricchissimo servizio di buffet fu salutato con vero entusiasmo. Dopo la colazione, dopo una rapida visita alla Centrale, si riprendeva il viaggio in carovana, ed attraverso paesaggi sempre varii e sempre interessanti si saliva alla meravigliosa Taormina ancora in tempo — la maggior parte — ad assistere al magico spettacolo del sole che tramontava dietro l'Etna fumante, in una gloria di luci e di colori.

★

Le prime ore della domenica 23 furono riservate ad una rapida visita alle singolari bellezze di Taormina; ma non erano mancati i volenterosi che avevano sacrificato buona parte della notte per ammirare il teatro greco nel chiarore lunare o per assistere al levare del sole. Alle 10 la carovana scendeva alla stazione di Giardini donde il treno speciale conduceva i congressisti a Messina. Di là con tram speciali proseguivano per il faro di Ganzirri, dove in cospetto del caratteristico lago e dello stretto si ebbe l'ultimo della numerosa serie di banchetti: la colazione offerta dalla Società Messinese. Parlarono ancora l'Ing. *Vismara*, il Presidente *Del Buono*, il Sindaco di Messina, l'On. *Cutrufelli* e da ultimo il Prof. *Lombardi*, applauditissimo, che espresse come meglio non si sarebbe potuto, (e come già l'aveva espressa la sera prima al pranzo in uno degli alberghi di Taormina) la gratitudine profonda dei congressisti tutti per gli ospiti e per gli organizzatori di una gita che ha rappresentato un vero *tour de force* e che lascierà indimenticabili impressioni nell'animo di chi ebbe la ventura di parteciparvi.

Così finiva la XXVI riunione sociale: la maggioranza degli intervenuti partiva la sera stessa per il continente, mentre pochi, più fortunati potevano concedersi il lusso di prolungare ancora di qualche ora o di qualche giorno il soggiorno nell'isola incantevole che ogni Italiano dovrebbe poter conoscere per amarla come si merita.

Consiglio Generale, Commissioni e Comitati.

Il *Consiglio Generale* fu tenuto nel pomeriggio del Sabato 15 ed anche di esso verrà a suo tempo pubblicato il verbale. Si è constatato con piacere il continuo incremento dei Soci: si è deciso in massima di tenere a Torino l'Assemblea straordinaria per la Commemorazione di Ferraris e di abbinare la celebrazione del venticinquesimo dell'A. E. I. alla riunione annuale. Circa la sede di questa di fronte al primitivo progetto di tenerla a Padova, se ne è affacciato un altro per Milano; ma ogni decisione fu rimandata al consiglio di primavera.

Vogliamo infine particolarmente notare il sentito, spontaneo applauso tributato al valoroso segretario generale Bianchi, ammalatosi dopo aver tanto lavorato *more solito* per la organizzazione del Congresso. Su proposta del Presidente gli fu inviato un cordiale telegramma augurando pronta e completa guarigione, che gli consenta di riprendere la sua benefica e meritoria attività in pro dell'Associazione.

★

Si convocarono a Palermo anche la *Commissione per il funzionamento delle Sezioni* e quella per le *Sovratensioni*. Si ebbe anche la riunione Plenaria del nuovo *Comitato Idrotecnico*, ma pochi erano i presenti e per la ristrettezza del tempo, tutto si limitò ad una breve relazione del Presidente Del Buono.

Potè invece lavorare alquanto il *Comitato Elettrotecnico* che sotto la Presidenza dell'Ing. G. Semenza tenne ben tre sedute (di cui una in treno). Furono esaminate a fondo le bozze della nuova edizione delle *Norme per le Macchine* che potrà così pubblicarsi quanto prima e, dalla speciale sottocommissione, furono presentate le nuove *Norme per gli Olii*.

I Soci vitalizî o perpetui sono i più benemeriti della Associazione. .. ..

TEDESCHI GIOVANNI FU GIOVANNI, *gerente responsabile* ARTI GRAFICHE VARESINE - VARESE

VOL. VIII (XXV degli Atti) 5 Novembre 1921 N. 30

L'ELETTROTECNICA

GIORNALE ED ATTI DELLA

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

REDAZIONE ED AMMINISTRAZIONE: VIA SAN PAOLO, 10 - MILANO - TELEFONO N. 20-86

REDATTORE CAPO: A. BARBAGELATA - REDATTORI: U. BORDONI - M. SEMENZA - G. VALLAURI

È GRADITA LA COLLABORAZIONE DEI LETTORI - GLI ARTICOLI DI INTERESSE GENERALE ACCETTATI DALLA REDAZIONE SONO COMPENSATI

GLI SCRITTI DEI SINGOLI AUTORI NON IMPEGNANO LA REDAZIONE E QUELLI DELLA REDAZIONE NON IMPEGNANO L'A. E. I.

I MANOSCRITTI NON SI RESTITUISCONO

La Conferenza internazionale r. t. di Parigi.

In questo lungo, tormentoso dopo guerra non vediamo ancora attenuarsi la recrudescenza, iniziatasi durante la terribile tragedia europea, di un male più cronico: l'epidemia delle Commissioni e delle conferenze, nazionali ed internazionali, che dovrebbero risolvere ogni più arduo problema, appianare ogni più insormontabile difficoltà. Con l'aggravante che sotto l'influenza dei grandi centri della cosidetta « attività » politica e burocratica, si sono creati dei veri professionisti delle Commissioni, pronti sempre a discutere ed a trattare di qualsiasi argomento con la più assoluta incompetenza specifica.

Questo genere di considerazioni, piuttosto amare, insieme con l'aforismo che « le sole Commissioni fattive sono quelle costituite da un solo membro » sono ormai così largamente accettate che il ripeterle potrebbe parere quasi superfluo. Ma se esse sono generalmente vere, ciò non toglie che il loro contenuto sia puramente negativo e possa nuocere ad esempio in ciò che crea negli uomini più seri e più fattivi una invincibile ripugnanza a dare, quando occorra, l'opera loro ai su non lodati consessi. I quali se per nove decimi sono superflui hanno sempre un certo contenuto di utilità e spesso di necessità, perchè, se la vita sociale è convivenza, bisogna pur convenire da parti diverse a fissare le norme per i rapporti innumerevoli ed infinitamente variati che questa convivenza richiede.

Queste divagazioni, di un tono forse un po' diverso dal consueto ci sono ispirate da un caso particolare: quello del Comitato Tecnico Internazionale per le Radio Comunicazioni che si riunì mesi or sono a Parigi. Più d'uno dei tecnici eminenti ivi raccolti deve essersi qualche volta domandato, se non stesse sciupando il suo tempo; ma chi conosce le crescenti difficoltà di riorganizzare il gran reticolato nervoso del mondo, costituito dalla ragnatela delle comunicazioni elettriche, sa bene quanto sia necessario e urgente approntare e concludere i nuovi accordi internazionali, che debbono regolarle. E il Comitato di Parigi ha fatto in questo senso del buon lavoro. Anche lasciando da parte tutte le decisioni non strettamente tecniche, relative alla classificazione dei servizi, alla distribuzione fra essi delle varie lunghezze d'onda, ecc., il collega VALLAURI ci dà nel suo rapporto, che oggi pubblichiamo, un esame critico di numerose questioni, alcune delle quali di importanza veramente fondamentale, trattate nella riunione di Parigi. Come sempre accade, il lavoro tecnicamente sano, quello che rappresenta in qualche modo un passo innanzi, è punto di partenza e stimolo per nuovo lavoro; e nelle considerazioni del nostro collega sono numerose e frequenti le indicazioni di questioni da affrontare e di problemi da risolvere; compito non superiore alle forze della schiera di giorno in giorno meno esigua degli specialisti r. t., che fanno degnamente figurare il nostro paese anche in questo attraente e specialissimo ramo dell'elettrotecnica.

Sempre sullo stesso argomento: abbiamo già avuto occasione altre volte di affermare il concetto, che una certa categoria di applicazioni della scienza solo allora comincia a trasformarsi in un vero ramo della tecnica, quando gli elementi fondamentali che la costituiscono diventano suscettibili di misura. Nel campo delle applicazioni elettriche noi assistiamo continuamente a questa evoluzione e, accanto a parecchi altri, un esempio tipico ce n'è fornito dalla radiotecnica o tecnica delle alte frequenze. In essa la fase qualitativa ha durato assai a lungo, (e ciò ha contribuito fra l'altro alla fortuna dei metodi « bluffistici », che hanno per tanto tempo inquinato la parte commerciale di questa industria e che tuttora qua e là sopravvivono), ma, fortunatamente, il tempo del « qualitativo » anche nella radiotecnica va tramontando. L'applicazione e l'adattamento alle alte frequenze di solidi metodi elettrotecnici, il largo uso delle così dette « caratteristiche », lo studio « ex novo » di determinati problemi, han fatto fare negli ultimi anni rapidi progressi alle misure r. t. Ed ecco che sotto questo influsso benefico gli argomenti più oscuri cominciano a delinearsi, quelli incerti si precisano, e quelli già acquisiti rivelano nuove possibilità di sviluppo e di trasformazione. Relazioni sempre più intime di reciproca utilità si manifestano tra lo studio delle radiocomunicazioni e quello di altri argomenti in apparenza assai remoti, e la specializzazione dell'ingegnere r. t. diventa qualcosa di analogo alle numerose altre specializzazioni della nostra arte.

In questo senso un notevole passo avanti è stato fatto dal Comitato di Parigi. Argomenti, che si erano venuti concretando negli studi degli specialisti durante gli ultimi anni, han trovato la loro prima sanzione internazionale, sia pure in forma provvisoria e soggetta a revisione, nei voti di quel Comitato. Basti accennare allo sforzo compiuto con successo per dare una misura del potere di interferenza, che una data emissione può produrre a danno di un'altra; primo mezzo per dettar norme concrete, che permettano la armonica convivenza dei servizi sempre più numerosi e importanti, che vengono affidati alla r. t. Basti ricordare le definizioni accettate, sia pure con grande prudenza, riguardo alla portata convenzionale delle stazioni, che fisseranno una norma riguardo alla giusta potenza da adoperare e metteranno in guardia contro l'affermazione ormai di prammatica « che la tale stazione è stata ascoltata nel punto più lontano possibile, cioè agli antipodi »; affermazione in cui si equivoca bellamente fra una trasmissione che è stata afferrata una volta tanto in condizioni particolarmente favorevoli e la possibilità di un servizio commerciale sicuro e praticamente immediato e continuo, ossia fra due eventi fra cui esiste uno sconfinato divario.

Il contributo dei varî Paesi allo sviluppo della Fisica.

Riassumiamo oggi la 2ª parte dello studio del REY, sulla storia della fisica, nel quale sono enumerati i principali contribuiti che gli studiosi dei varî Paesi hanno portato alla progressiva evoluzione delle teorie scientifiche. I nomi degli italiani non ricorrono, purtroppo, molto frequentemente, e sarebbe senza dubbio interessante una indagine del perchè di questa deficienza che, siamo convinti, non è affatto in relazione colla potenzialità ideativa ed inventiva dei nostri scienziati.

LA REDAZIONE.

DECISIONI TECNICHE DEL COMITATO DI PARIGI PER LE RADIO-COMUNICAZIONI

GIUGNO - AGOSTO 1921

:: :: Comunicazione presentata dal socio G. VALLAURI :: ::
:: :: alla Sezione di Livorno il 6 novembre 1921 :: ::

E' noto che un Comitato tecnico, costituito da delegati americani, britannici, francesi, giapponesi e italiani, si riunì a Parigi durante l'estate scorsa, per trattare un certo numero di questioni, formulate durante la conferenza preliminare di Washington del 1920 (1). Il Comitato espresse il voto, che le decisioni più strettamente tecniche da esso adottate fossero rese note per mezzo della stampa scientifica, e ciò sia per sottoporle alla critica degli specialisti di ogni paese, sia per promuovere la loro collaborazione nello studio dei numerosi problemi ancora insoluti. Sembra opportuno uniformarsi sollecitamente al voto del Comitato ed esporre succintamente alcune delle più importanti questioni trattate, nella fiducia che i tecnici italiani rivolgano ad esse il loro studio e continuino in tal modo a tenere, come hanno tenuto finora, un posto assai notevole nello sviluppo della scienza delle radio comunicazioni. Di codesta desiderata collaborazione si è anche cercato di dare modestamente l'esempio in questa nota, tentando di fare qua e là un esame critico degli argomenti esposti.

Nomenclatura radiotecnica.

Per la necessità stessa della redazione dei suoi deliberati, il Comitato di Parigi si trovò dinanzi il problema della nomenclatura. Esso non fu affrontato integralmente, chè troppo tempo e troppo lavoro sarebbero stati necessari; tuttavia furono stabiliti alcuni accordi, sotto forma di proposte, che dovranno esser prese in esame dal Comitato Elettrotecnico Internazionale, il quale, come è noto, si occupa già da tempo del problema della nomenclatura.

1) — In luogo di « telegrafia senza fili » e nomi derivati, è proposto l'uso del prefisso *radio*, ossia l'uso dei nomi *radiotelegrafia, radiotelefonia, radiocomunicazioni, radiotecnica*, ecc.

2) — Per i così detti « parassiti » o « statici » o « X » e in genere per tutti i fenomeni elettromagnetici che ostacolano la ricezione r. t., e non sono prodotti da altre segnalazioni, ma derivano da cause naturali, è proposto il nome di *disturbi atmosferici*, riducibile per abbreviazione ad *atmosferici*. Per il disturbo derivante invece da altre segnalazioni non fu possibile prendere decisioni concordi; parrebbe tuttavia che dovesse prevalere il nome di « interferenza » e, per indicare la maggiore o minore attitudine di una data emissione a disturbare le altre ricezioni, quello di « potere di interferenza ».

3) — Per le « valvole », « lampade », « audion » ecc. ecc. la preferenza è caduta sul nome generico di *tubo elettronico*, che, nel caso più comune del solito tubo a tre elettrodi, diventa *triodo*, cui si possono aggiungere, a seconda delle tre funzioni principali, gli aggettivi *raddrizzatore, amplificatore, generatore*.

4) — Per i modi di accoppiamento fra circuiti si propongono le diciture *accoppiamento per resistenza, per induzione* (eventualmente per *autoinduzione*) e *per capacità;* non escludendosi, ben inteso, la possibilità di accoppiamenti misti, che appartengano a più di una categoria simultaneamente.

5) — Per gli apparecchi che servono a determinare la direzione di propagazione delle onde è raccomandato il nome di *radiogoniometro*.

6) — Per il conduttore o il sistema di conduttori elettrici utilizzati per emettere o per ricevere le onde elettromagnetiche, è stato preferito il nome di *antenna* a quello di aereo. Si intendono esclusi dal significato attribuito ad « antenna » i sostegni meccanici dei conduttori.

7) — Questi sostegni meccanici si chiameranno *torri* se non sono controventati, *piloni* o *alberi* (a seconda che sono in traliccio o no) se controventati.

8) — Per le note antenne a circuito chiuso è consigliato il nome di *antenna a telaio* o semplicemente *telaio*.

9) — La semilunghezza del dipolo equivalente a una data antenna (nei riguardi della radiazione nell'emisfero superiore, rispetto alla superficie del suolo) si chiamerà *altezza di radiazione* e il prodotto hI di questa altezza per l'intensità di corrente alla base, si esprimerà in metriampere usando il simbolo $m \times A$ (e non già mA = milliampere).

(1) *L'Elettrotecnica*, 15 settembre 1921, vol. VIII, n. 25, pag. 569 e *Bollettino R. T.*, vol. 2, n. 16.

Se, come si vede, riguardo ad alcuni punti è stato possibile raggiungere l'accordo su proposte concrete, è facile rilevare subito, che molti altri punti assai importanti per la nomenclatura non poterono essere definiti. Ciò non deve sorprendere, quando si tenga presente che in materia di nomenclatura molti studiosi sono eccessivamente preoccupati da scrupoli di purismo e di assoluta proprietà delle parole prescelte, o anche da questioni di amor proprio; e non si rendono abbastanza conto che si tratta sopratutto di decisioni convenzionali, da adottarsi per comune comodità, ma di cui l'unico pregio consiste nell'universale riconoscimento. E' bene accennare ad alcune delle più importanti lacune non colmate dal Comitato di Parigi, specialmente nei riguardi dell'uso di parole di diverso significato nelle diverse lingue, usate tuttavia per rappresentare la medesima cosa.

Per indicare le oscillazioni e le onde non smorzate in inglese si è adoperata la dicitura « continuous waves » ed in francese quella non equivalente « ondes entretenues », mentre l'aggettivo « persistenti », da noi molto usato, non corrisponde nè all'una nè all'altra. Converrebbe alla prima occasione mettersi d'accordo su un aggettivo unico, che potrebbe forse essere « continue ». Analogamente bisognerebbe scegliere tra « raddrizzatore » (redresseur) e « rivelatore » (détecteur), preferendo probabilmente il primo. Così pure per le antenne a circuito chiuso noi abbiamo tradotto liberamente « antenna a telaio » di fronte alla scelta discorde di « coil antenna » per l'inglese e di « cadre » per il francese. Lunghe discussioni si ebbero poi a proposito dei moderni e promettenti sistemi di « telegrafia e telefonia ad alta frequenza » (su fili), poichè, mentre tale denominazione era generalmente accettata, i rappresentanti americani manifestarono la loro preferenza per l'espressione inglese « line radio », che non è direttamente traducibile e, a dir vero, sembra poco felice perchè alquanto contraddittoria nei suoi due termini. Infine, per la frequenza, il Comitato ha, a nostro giudizio inopportunamente, lasciato la scelta tra l'espressione in « cicli » *o in* « periodi » (coi relativi multipli) per secondo, indicando anche i corrispondenti simboli c/s ovvero p/s.

A proposito del concetto di frequenza si ebbe una interessante discussione sull'opportunità di sostituire all'indicazione oggi tanto usata di « lunghezza d'onda » quello di « frequenza »; ed essendosi riconosciuto che tale sostituzione è in taluni casi consigliabile, fu deciso di pubblicare e di raccomandare una tabella di conversione per il passaggio delle lunghezze d'onda in metri alle frequenze in chilocicli per secondo. (Tabella I).

TABELLA 1 - CONVERSIONE DI FREQUENZE (in kilocicli per secondo) in lunghezze d'onda (in metri) o viceversa.

N.B. Trattandosi di due variabili legate dalla relazione
$f\ (k\ c/s) \times \lambda\ (m) = 300.000$
é indifferente entrare nell'una o nell'altra delle colonne con l'una o con l'altra delle variabili.

1	300.000	300	1.000	980	306,1	2.700	111,1	6.800	44,12
2	150.000	320	937,5	1.000	300,0	2.750	109,1	7.000	42,86
3	100.000	340	882,4	1.050	285,7	2.800	107,1	7.200	41,67
4	75.000	360	833,3	1.100	272,7	2.850	105,3	7.400	40,54
5	60.000	380	789,5	1.150	260,9	2.900	103,4	7.600	39,47
6	50.000	400	750,0	1.200	250,0	2.950	101,7	7.800	38,46
7	42.857	420	714,3	1.250	240,0	3.000	100,0	8.000	37,50
8	37.500	440	681,8	1.300	230,8	3.100	96,77	8.200	36,58
9	33.333	460	652,2	1.350	222,2	3.200	93,75	8.400	35,71
10	30.000	480	625,0	1.400	214,3	3.300	90,91	8.600	34,88
12	25.000	500	600,0	1.450	206,9	3.400	88,24	8.800	34,09
14	21.428	520	576,9	1.500	200,0	3.500	85,71	9.000	33,33
16	18.750	540	555,6	1.550	193,5	3.600	83,33	9.200	32,60
18	16.667	547.7		1.600	187,5	3.700	81,08	9.400	31,91
20	15.000	560	535,7	1.650	181,8	3.800	78,95	9.600	31,25
25	12.000	580	517,2	1.700	176,5	3.900	76,67	9.800	30,61
30	10.000	600	500,0	1.750	171,4	4.000	75,00	10.000	30,00
35	8.571	620	483,9	1.800	166,7	4.100	73,17	11.000	27,28
40	7.500	640	468,8	1.850	162,2	4.200	71,43	12.000	25,00
45	6.667	660	454,5	1.900	157,9	4.300	69,77	13.000	23,08
50	6.000	680	441,2	1.950	153,8	4.400	68,18	14.000	21,43
60	5.000	700	428,6	2.000	150,0	4.500	66,67	15.000	20,00
70	4.286	720	416,7	2.050	146,3	4.600	65,22	16.000	18,75
80	3.750	740	405,4	2.100	142,9	4.700	63,83	17.000	17,05
90	3.333	760	394,7	2.150	139,4	4.800	62,50	18.000	16,67
100	3.000	780	384,6	2.200	136,4	4.900	61,22	19.000	15,79
120	2.500	800	375,0	2.250	133,3	5.000	60,00	20.000	15,00
140	2.143	820	365,8	2.300	130,4	5.200	57,69	21.000	14,29
160	1.875	840	357,1	2.350	127,7	5.400	55,56	22.000	13,64
180	1.667	860	348,8	2.400	125,0	5.600	53,57	23.000	13,04
200	1.500	880	340,9	2.450	122,4	5.800	51,72	24.000	12,50
220	1.364	900	333,3	2.500	120,0	6.000	50,00	25.000	12,00
240	1.250	920	326,0	2.550	117,6	6.200	48,39	26.000	11,54
260	1.154	940	319,1	2.600	115,4	6.400	46,88	28.000	10,71
280	1.071	960	312,5	2.650	113,2	6.600	45,45	30.000	10,00

Da quanto precede si rileva facilmente che, nel campo della nomenclatura ed in quello non meno importante della scelta di simboli e di rappresentazioni schematiche, il lavoro del Comitato di Parigi è stato solo un lavoro parziale e preliminare, che è vivamente desiderabile sia ripreso e completato in un prossimo futuro.

Classificazione delle onde – Decremento equivalente – Interferenza

Il problema della classificazione si imponeva nei riguardi della necessaria distribuzione delle diverse frequenze (lunghezze d'onda) e dei diversi tipi di trasmissione ai differenti servizi (mobili, fissi, militari, speciali). I tentativi di un'unica classificazione, che tenesse conto ad un tempo della natura delle onde e del loro potere di interferenza, si dimostrarono vani e si convenne di fare una doppia classificazione, tenendo conto separatamente dei due criteri.

La classificazione secondo la natura delle onde ha condotto a definire due tipi A e B, di cui il primo è suddiviso in tre sottotipi A 1, A 2, A 3. Le definizioni proposte sono le seguenti.

Tipo A. *Onde continue*: onde che in regime permanente sono periodiche, ossia tali che le loro oscillazioni successive sono identiche.

Tipo A 1. *Onde continue manipolate*: onde continue, di cui l'ampiezza o la frequenza variano sotto l'azione di una manipolazione telegrafica.

Tipo A 2. *Onde continue modulate a frequenza udibile*: onde continue, di cui l'ampiezza o la frequenza variano secondo una legge periodica di frequenza udibile.

Tipo A 3. *Onde continue modulate dalla parola*: onde continue, di cui l'ampiezza o la frequenza variano secondo le vibrazioni caratteristiche della parola (radiotelefonia).

Tipo B. *Onde smorzate*: onde composte di treni successivi, in cui l'ampiezza delle oscillazioni, dopo aver raggiunto un massimo, decresce gradualmente.

Queste definizioni prescindono completamente dal tipo degli apparecchi generatori delle oscillazioni; esse non escludono, per esempio, dal tipo A 1 le emissioni prodotte da apparecchi a scintilla, che siano capaci di generare vere onde continue, nè dal tipo A 2 le emissioni di altri apparecchi a scintilla capaci di generare vere onde continue modulate.

La classificazione proposta non ha la pretesa di essere perfetta, nè definitiva, ed è facile vedere che si può trovare qualche difficoltà a farvi rientrare alcuni tipi speciali (ad es. le onde bimodulate con una modulazione a frequenza ultraudibile). Tuttavia i tipi proposti offrono in generale un modo semplice e chiaro per intendersi sulla natura delle onde e permettono anche di precisare ulteriormente il carattere di una emissione, ricorrendo a un frazionamento dei sottotipi a seconda della rapidità di manipolazione, dell'uso di onda di riposo, della manipolazione o modulazione sull'ampiezza o sulla frequenza, ecc.

L'adozione del criterio relativo al « potere di interferenza » ha condotto ad un'altra distinta classificazione, basata sulla definizione di una grandezza convenzionale, cui si è dato il nome di *decremento equivalente*. Questo a sua volta è definito mediante la così detta *curva di risonanza*. E' noto che, se si pone in presenza di un circuito, percorso da corrente oscillatoria, un altro circuito risonante (contenente capacità e autoinduzione ed in cui le cause di perdita di energia siano ridotte al minimo) e si fa variare la frequenza propria di quest'ultimo, si può rilevare in funzione di tale frequenza e con adatti strumenti un diagramma dei quadrati delle correnti indotte, che si chiama appunto curva di risonanza. L'andamento di questo diagramma dipende sia dal modo di variare della corrente primaria, sia dalla resistenza totale del circuito risonante o secondario (ossia dall'insieme delle perdite di energia che accompagnano il passaggio di corrente nel secondario).

Il Comitato ha ritenuto innanzi tutto, che sia in generale possibile eliminare l'influenza del circuito risonante sulla forma della curva di risonanza, che sia cioè possibile o di render trascurabili le perdite nel secondario o di correggere la curva di risonanza in modo da eliminare gli effetti di tali perdite; e ha basato la sua definizione su tale curva di risonanza « depurata ». Inoltre il Comitato ha ritenuto che, operando durante una effettiva trasmissione, sia possibile ricavare una curva di risonanza « media » il cui andamento sia influenzato da molte delle cause, per le quali una trasmissione, fatta nominalmente su una certa lunghezza d'onda (o su una certa frequenza), tende effettivamente a disturbare anche le trasmissioni su lunghezze d'onda finitime, occupando così piuttosto una zona o banda di lunghezze d'onda, che non una lunghezza d'onda singola. Fra le cause che influiscono sulla forma della curva di risonanza media basti citare: la rapidità e il sistema di manipolazione, le variazioni di frequenza del generatore durante un segno, l'ampiezza e la frequenza di modulazione, la presenza dell'onda di compensazione, il decremento reale ecc.

Per passare dalla curva di risonanza al decremento equivalente si è stabilito « convenzionalmente » di servirsi della formula

$$\delta = \pi \frac{f_1 - f_2}{f_r} \sqrt{\frac{I^2}{I_r^2 - I^2}}$$

Come è noto, questa formula è soltanto approssimativa e di limitata validità, anche nel caso teorico di leggi di smorzamento puramente esponenziali. Essa corrisponde a una curva di risonanza simmetrica rispetto all'ordinata che passa per l'ascissa f_r (a cui corrisponde l'ordinata massima I_r^2, mentre f_1, ed f_2 rappresentano una coppia qualunque di ascisse, simmetriche rispetto a f_r, $(f_1 + f_2 = 2 f_r)$, per le quali l'ordinata I^2 è la medesima. La forma delle curve di risonanza convenzionali, che soddisfano all'equazione adottata per alcuni dati valori di δ, è indicata dalla fig. 1.

Fig. 1.

Se la curva di risonanza (media e depurata degli effetti delle perdite nel circuito di misura), relativa a una data trasmissione, soddisfacesse all'equazione adottata, cioè desse luogo a un valore costante di δ, questo sarebbe da assumersi senz'altro come « decremento equivalente ». Ma in generale ciò non può verificarsi per le ordinarie trasmissioni; epperò si è ammesso, sempre convenzionalmente, di assumere come decremento equivalente il massimo valore che si può ricavare dalla formula sopraindicata, applicandola alla curva di risonanza in un intervallo ben definito. I limiti di questo intervallo sono stati fissati, indicando che il valore I^2 non deve essere superiore a $I^2/2$ e le frequenze f_1 e f_2 non debbono essere al di fuori dell'intervallo da 0,9 f_r a 1,1 f_r. Per precisare l'applicazione di questa regola conviene dire che si assumerà per I^2_r l'ordinata massima della curva di risonanza; ma quanto a f_r non è detto se si debba assumere l'ascissa corrispondente a tale ordinata massima, ovvero (ciò che forse è preferibile) il valore $\frac{f_1 + f_2}{2}$. Ad ogni modo le differenze dovute a questa scelta non potranno essere che molto piccole.

Giova tuttavia rilevare che la ricerca del valor massimo di δ, fra quanti si possono calcolare per diversi valori di I^2 e per le corrispondenti coppie di valori di f_1 e f_2 in tutto l'intervallo indicato, può riuscire laboriosa. Sarebbe pertanto desiderabile, a nostro giudizio, modificare leggermente la definizione di decremento equivalente, assumendo per esso un valore che sarà in generale di pochissimo superiore a quello sopra definito, ossia il decremento che corrisponde alla più bassa curva

di risonanza convenzionale, che si mantenga non inferiore alla curva data, in tutto l'intervallo delimitato dalle diseguaglianze

$$I^2 \leq \frac{1}{2} I_r^2 \qquad f_1 - f_2 \leq \frac{1}{10}(f_1 + f_2) \qquad (^2).$$

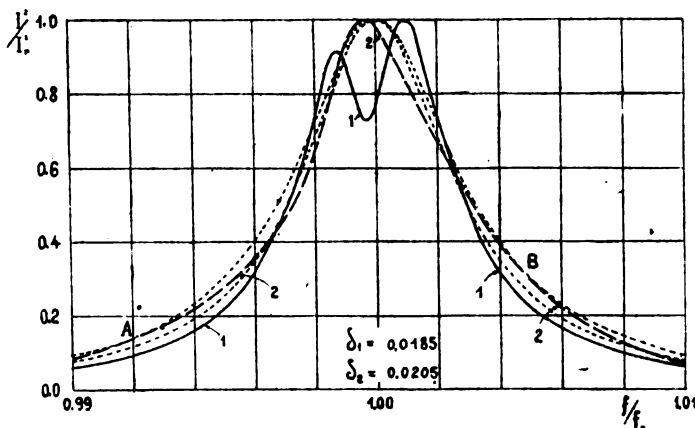



Fig. 2.

Quest'ultima definizione è illustrata dalla fig. 2. In essa le curve 1 e 2 rappresentano due curve di risonanza medie, depurate degli effetti del risuonatore. La curva 1 è tale che il massimo valore di δ (pari a 0,0185) si ottiene per $I^2 = \frac{1}{2} I_r^2$, come si rileva osservando che la curva 1 si mantiene per $I^2 < \frac{1}{2} I_r^2$ sempre al disotto della curva di risonanza convenzionale corrispondente a $\delta = 0{,}0185$. Per contro la curva 2, pur dando luogo per $I^2 = \frac{1}{2} I_r^2$ a un valore di δ inferiore a quello della curva 1, permette di calcolare, su ordinate più basse, valori di δ sensibilmente più alti. Esaminando la figura si vede che solo la curva di risonanza convenzionale corrispondente a $\delta = 0{,}0205$ (tangente della curva 2 in A e in B) si mantiene non inferiore alla curva 2 per $I^2 < \frac{1}{2} I_r^2$. Perciò il decremento equivalente della prima trasmissione sarebbe 0,0185 e quello della seconda 0,0205, sebbene a rigore secondo le proposte di Parigi il decremento della seconda riuscirebbe di pochissimo inferiore (³).

La determinazione dei decrementi equivalenti potrà essere agevolata, predisponendo su appositi grafici intere famiglie di curve di risonanza convenzionali, corrispondenti a diversi valori di δ. Questi grafici potrebbero essere trasparenti, ed in tal caso, sovrapponendoli al disegno della curva di risonanza da esaminare, si potrebbe dedurre immediatamente il decremento equivalente. Per essere applicabili a ogni caso tali curve dovranno essere tracciate assumendo per le coordinate non già i valori assoluti, bensì i valori relativi f/f_r e I^2/I_r^2, come è stato fatto nelle figure. Nel ridurre a queste scale relative anche le curve sperimentali, ottenute per le emissioni di cui si vuol determinare il decremento equivalente, si presenterà l'incertezza relativa alla scelta del valore da attribuire a f_r, che potrà essere scelto come quello corrispondente a I_r^2, ovvero come la media di una determinata coppia di valori f_1 e f_2 corrispondenti a una data I^2 (per es. a $I^2 = \frac{1}{2} I_r^2$), ovvero come una media di codeste medie in un determinato intervallo. Ad ogni modo le differenze che possono derivare nei risultati per effetto di tale scelta sono, nei casi ordinari, affatto trascurabili.

Si può dedurre dalle considerazioni esposte, che una trasmissione sarà individuata dal suo tipo, dalla sua lunghezza d'onda media (o frequenza media) e dal suo decremento equivalente. In particolare, nel caso ad es. di una emissione ad onde continue, manipolate con onda di riposo, non farà d'uopo indicare le due lunghezze d'onda adoperate, ma solo una lunghezza d'onda media; perchè della forma della curva di risonanza e dell'interferenza che la trasmissione può produrre si tiene già conto nella definizione del decremento equivalente (vedasi ad es. la curva 1 della fig. 2).

La classificazione, adottata per tener conto del « potere di interferenza » e basata sul decremento equivalente, contempla quattro classi distinte:

Classe 1ª. Decremento equivalente compreso fra 0,000 e 0,005
Classe 2ª. » » » » 0,005 e 0,02
Classe 3ª. » » » » 0,02 e 0,08
Classe 4ª. » » » » 0,08 e 0,16

Le curve di risonanza convenzionali corrispondenti ai limiti fra le classi sono quelle tracciate in fig. 1.

Secondo il Comitato di Parigi le classi limiti da ammettersi per ciascun tipo di emissione e per le differenti gamme di lunghezza d'onda (o di frequenza) sarebbero quelle indicate dalla tabella 2.

TABELLA II. – **Relazioni fra i vari tipi e le varie classi di onde r. t.**

Frequenza kc/s	Lunghezza d'onda m	ONDE CONTINUE manipolate Tipo A 1	modulate A 2	telefoniche A 3	Onde smorzate B
∞ a 300	0 a 1000	Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 4
300 a 105.5	1000 a 2850	» 1	» 2	» 3	» 4
105.5 a 37.5	2850 a 8000	» (*) 1 o 2	» 3	» 4	» 4
37.5 a 0	8000 a ∞	2	(**)	(**)	(**)

(*) La classe limite è la 1 ovvero la 2 a seconda che si tratta di manipolazione a mano o di manipolazione a grande velocità.

(**) Sulle lunghezze d'onda superiori a 8000 m il Comitato ha ritenuto che si debbano permettere solamente le emissioni del tipo A 1.

Giova insistere sul fatto che le classi indicate nella tabella sono solo classi limite, ma che è vivamente desiderabile espletare il traffico mediante trasmissioni di classi a più basso decremento che quelle indicate: così ad es. per le emissioni a onde smorzate (tipo B) si ritiene in generale possibile di non superare la classe 3, salvo il caso dei segnali di soccorso, ai quali, evidentemente, non è applicabile alcuna restrizione. Così pure nel caso della radiotelefonia (tipo A 3) dovrebbe essere possibile, anche usando le onde più corte, non superare la classe 2.

Il concetto di « decremento equivalente », introdotto e definitito nel modo indicato, permette, come si è visto, di tener conto entro certi limiti del « potere di interferenza » di una data emissione. Vi sono tuttavia altre cause di interferenza, che possono rendere non desiderabili certe emissioni pur non influendo sul loro decremento equivalente. Fra tali cause di interferenza sono specialmente importanti:

1) le variazioni lente di frequenza (o di lunghezza d'onda), dovute ad es. a imperfetta regolazione di velocità dei generatori elettromeccanici;

2) l'eccessiva emissione di energia su frequenze diverse dalla frequenza di effettiva trasmissione (armoniche ecc.).

A questo riguardo il Comitato non ha creduto di avere per ora elementi sufficienti a fissare norme precise e si è limitato a raccomandare alle amministrazioni di stabilire esse i limiti massimi di tolleranza sia per le oscillazioni lente di frequenza, sia per l'intensità di campo elettromagnetico prodotto a una certa distanza dall'antenna trasmittente e misurato su frequenze esterne all'intervallo ($0{,}9 f_r$ a $1{,}1 f_r$), contemplato per la definizione del decremento equivalente (⁴). Si dovrà decidere anche, se questi limiti di campo, dovuto a emissioni secondarie, saranno da fissarsi in valore assoluto ovvero in valore relativo rispetto al campo prodotto dall'emissione principale, od anche se la distanza a cui dovrà farsi la misura sarà espressa in km ovvero in lunghezze d'onda; in altri termini si dovrà decidere se la tolleranza riguardo alle emissioni secondarie dovrà essere indipendente ovvero dipendente dall'importanza della stazione. A noi sembrerebbe più razionale la seconda alternativa, poichè a pari distanza ci pare si possa tollerare una interferenza alquanto maggiore da parte di una grande stazione che non da una piccola.

Il Comitato raccomanda che, sia le misure per la determinazione della curva di risonanza media, sia quelle per la valutazione del campo prodotto da emissioni secondarie, siano eseguite possibilmente a una

(²) Anche la definizione di questo intervallo, in cui si fa la determinazione del decremento equivalente, potrebbe forse essere ritoccata, perchè le ordinate che corrispondono ai valori limite delle frequenze hanno grandezze molto diverse a seconda del valore del decremento. Sembrerebbe quindi preferibile riferire ambedue i limiti dell'intervallo alla grandezza di I^2 ponendo

$$\frac{1}{n} I_r^2 \leq I^2 \leq \frac{1}{2} I_r^2$$

e scegliendo ad es. $n = 100$.

(³) La coincidenza tra il valore ottenuto secondo la definizione proposta a Parigi e quello dedotto secondo la variante qui accennata, si avrebbe solo nel caso, che i due punti di tangenza A e B della fig. 2 corrispondessero a due valori eguali dell'ordinata.

(⁴) Se si accettasse la variante accennata nella nota (²) dovrebbero naturalmente adottarsi i medesimi limiti anche per la misura delle emissioni secondarie. Riguardo all'importanza delle armoniche si veda *L'Elettrotecnica*, 15 novembre 1919, vol. VI, n. 32, pag. 716 e 5 aprile 1921, vol. VIII, n. 10, pag. 226 e *Bollettino R. T.*, vol. I, n. 6, pag. 134 e vol. II, n. 14, pag. 38.

certa distanza dall'antenna, per es. dell'ordine di una lunghezza d'onda, e ciò allo scopo di attenuare nei risultati gli effetti delle eventuali influenze e perturbazioni locali. Tutto questo richiede lo sviluppo di una tecnica di misure, che è per ora appena agli inizi; ed appunto perciò il Comitato ha espresso il voto, che numerose esperienze siano eseguite nei diversi paesi, allo scopo di aiutare la futura Conferenza Internazionale nella fissazione dei limiti per le varie norme, indicate per ora solo qualitativamente.

Caratteristiche delle stazioni r. t. e delle loro emissioni – Portata convenzionale.

Le definizioni adottate fanno sì che una emissione è individuata, come si è detto, oltre che dal tipo dell'onda anche dalla lunghezza d'onda media (o frequenza media) e dal decremento equivalente (ovvero dalla classe). La determinazione della lunghezza d'onda media, e prima di essa quella delle singole lunghezze d'onda (o frequenze) prese come ascisse della curva di risonanza, richiedono la esistenza di un *campione di lunghezza d'onda*, ossia di un mezzo per tarare i cimometri. E' di evidente importanza, allo scopo di ridurre al minimo le interferenze e di utilizzare completamente le gamme di lunghezze d'onda (o di frequenze) disponibili, che la misura di esse sia fatta con la maggiore possibile precisione e che si approfitti di ogni progresso della tecnica per ridurre al minimo le tolleranze. Come punto di partenza per la taratura dei cimometri occorre, naturalmente, un metodo di misura assoluta delle frequenze ed è ciò che è stato indicato dal Comitato di Parigi, il quale ha anche citato come esempio di uno di tali metodi quello del multivibratore di Abraham e Bloch.

Ma non basta considerare il caso di una emissione, autorizzata su una certa lunghezza d'onda, e per la quale si dovrà pretendere che la lunghezza d'onda media della curva di risonanza corrisponda con sufficiente esattezza al valore indicato. Occorre anche considerare il caso che a un dato paese, o a un dato servizio, o ad una data stazione sia attribuita non già una singola lunghezza d'onda, ma bensì una gamma o banda di lunghezze d'onda. In questo caso le emissioni dovranno farsi su lunghezze d'onda medie abbastanza lontane dai limiti della gamma, in modo da non provocare eccessiva interferenza a danno dei servizi che adoperano le gamme adiacenti. Anche qui il Comitato non ha creduto di avere elementi bastevoli per fissare fin da ora dati precisi.

Riguardo alle antenne, per mettere in valore i recenti progressi compiuti nella tecnica delle misure di radiazione e per contribuire al loro ulteriore sviluppo, il Comitato ha stabilito che si debbano dare, nella nuova redazione della nomenclatura delle stazioni fisse e terrestri, le indicazioni relative al tipo di antenna, alla capacità elettrostatica, alla lunghezza d'onda naturale, all'altezza di radiazione, al tipo di apparato generatore, e all'intensità normale di corrente d'antenna.

Particolare attenzione meritava l'argomento di una qualche definizione della *portata* di una emissione r. t. E' ben noto che tale elemento non si può definire in modo assoluto, perchè dipende a sua volta da altri elementi affatto indipendenti dal trasmettitore e cioè: 1°) dalle condizioni fisiche, continuamente variabili, dello spazio in cui avviene la propagazione; 2°) dalle caratteristiche dell'antenna e degli altri apparati usati per la ricezione. Per questi motivi non si può parlare che di una *portata convenzionale*.

Poichè è oggi possibile valutare con sufficiente approssimazione la potenza irradiata da un'antenna, la definizione di portata convenzionale richiede: 1) l'adozione di una *formola di propagazione*; 2) la fissazione di un valore limite dell'intensità di *campo elettromagnetico*, necessaria per permettere la ricezione. Come formule di propagazione non si dispone per ora che di relazioni semiempiriche e fra esse quella che provvisoriamente sembra più accettabile, almeno per le piccole e medie distanze, è la nota formula di Austin-Cohen, cui si può dare la forma seguente (trascurando gli effetti della curvatura terrestre):

$$h\,I = \frac{10^{-6}}{377}\,\varepsilon\,\lambda\,d\,e^{\frac{0{,}000048\,d}{\sqrt{\lambda}}}$$

ove h è l'altezza di radiazione dell'antenna trasmittente in m,
I l'intensità di corrente alla base dell'antenna trasmittente in A,
ε il campo elettrico verticale prodotto alla distanza d in $\frac{\mu V}{m}$,
λ la lunghezza d'onda . . . . in m,
d la distanza . . . . in m,

Quanto alla scelta dell'intensità di campo necessaria alla ricezione, il Comitato ha dapprima considerato soltanto le piccole stazioni costiere e mobili, per le quali ultime la definizione di portata è particolarmente importante in relazione con le norme per i segnali di soccorso. Per tali servizi che si svolgono ancora normalmente con apparati a onde smorzate, il Comitato ha ritenuto opportuno assumere per il calcolo della portata il valore $\varepsilon = 150\ \mu\ V/m$.

Ma, come si rileva dalla formula, il calcolo della portata richiede anche la conoscenza dell'altezza di radiazione h e questa si ricava ([5]) misurando a piccola distanza (fra 1 e 10 lunghezze d'onda all'incirca) il campo elettrico o il campo magnetico e applicando la medesima formula ora riportata, in cui il fattore esponenziale può in tal caso identificarsi con l'unità. Questa misura di h può tuttavia riuscire un po' laboriosa e però il Comitato ha indicato altresì, come prima approssimazione e solo nel caso di stazioni di bordo, la possibilità di dedurre l'altezza di radiazione dall'altezza totale di antenna (altezza, rispetto alla superficie del mare, del punto più alto dell'antenna), moltiplicando quest'ultima per un coefficiente empirico, che si è assunto eguale a 0,55.

Come esempio dell'applicazione della formula Austin-Cohen si può riportare la tabella 3 che esprime i valori del prodotto $h\,I$ espresso in

TABELLA III. – $h\,I = f\,(d, \lambda)$ per $\varepsilon = 150\ \mu\ V/_m$.

ONDE		Altezza di radiazione × Corrente di antenna = h I (m × A)				
frequenza kc/s	lunghezza m	distanza km 100	150	200	250	300
667	450	22	38	56	87	105
500	600	29	47	70	100	130
375	800	38	61	89	121	157

metri-ampere per le distanze e per le lunghezze d'onda, che possono interessare nei riguardi di segnali di soccorso ($\varepsilon = 150\ \mu\,V/m$).

Il Comitato non ha creduto, ad ogni modo, di stabilire senz'altro una preferenza per questo modo di *calcolare* la portata delle stazioni costiere e mobili, ma ha lasciato libera ciascuna amministrazione sia di adottare un tale sistema di calcolo, sia di verificare la portata delle stazioni mediante dirette prove pratiche di comunicazione diurna ([6]).

Ancora più prudente è stato il Comitato negli accenni alle indicazioni di portata delle grandi stazioni. Queste indicazioni (da riportarsi nella « nomenclatura delle stazioni ») non solo sono state considerate come facoltative, ma per di più sono state sdoppiate, per ciascuna emissione, in due indicazioni distinte. Di ciò il Comitato non ha dato alcuna spiegazione, ma in realtà le due indicazioni vogliono corrispondere l'una alla « portata ordinaria », l'altra alla « portata sicura », a quella cioè su cui si può contare anche in condizioni sfavorevoli; pur escludendo quelle eccezionalmente sfavorevoli. Nel caso di emissioni a onde continue, manipolate o modulate (tipi $A\,1$ e $A\,2$), la portata ordinaria dovrebbe calcolarsi con $\varepsilon = 10\ \mu\ V/m$ e quella sicura con $\varepsilon = 50\ \mu\ V/m$. Nel caso delle emissioni radiotelefoniche e di quelle a onde smorzate (tipi $A\,3$ e B) si dovrebbero usare rispettivamente i valori 50 e 250 $\mu\ V/m$.

Fissato il valore ε e considerato il prodotto $h\,I$ come una sola variabile, la formula di propagazione diventa una relazione fra le tre variabili $h\,I$, d e λ, che può essere rappresentata graficamente nei modi più svariati coll'aiuto di noti procedimenti nomografici. Per esempio in fig. 3 è rappresentato un abbaco a doppio allineamento ([7]), che permette di dedurre una delle due prime variabili, quando siano date le altre due. Il modo di usarlo è indicato nel grafico in basso a sinistra. E' facile rilevare che l'abbaco contiene due scale per le λ; su una di esse λ_{hI} si prendono i punti da allinearsi con quelli della scala $h\,I$, laddove sull'altra λ_d si prendono i punti da allinearsi con quelli della scala delle d. I due allineamenti debbono intersecarsi in un punto appartenente all'asse ausiliario non graduato, tracciato nella parte superiore dell'abbaco. Naturalmente all'uso dell'abbaco può sostituirsi quello di tabelle a due entrate, come ad esempio le tabelle 4 e 5, di cui la prima dà il prodotto $h\,I$ in funzione di d e λ, ossia il numero di kilometri-ampere che si debbono avere nell'antenna trasmittente, per raggiungere una certa portata con una certa lunghezza d'onda; la seconda dà d in funzione di $h\,I$ e di λ, ossia la portata che si può

([5]) *L'Elettrotecnica*, 5 aprile 1921, vol. VIII, n. 10, pag. 213, e Pubbl. n. 11 dell'Istituto E. ed R. T.

([6]) Allo stato attuale della tecnica le prove pratiche sembrano indispensabili nel caso di stazioni di dirigibili e velivoli, perchè la forma delle onde da esse prodotte e particolarmente la disuniformità della radiazione secondo le varie direzioni non permettono di applicare senz'altro la formula di Austin – Cohen. (*L'Elettrotecnica*, 25 maggio 1921, vol. VIII, n. 15, pag. 342 e *Bollettino R. T.* vol. 2, n. 15, pag. 70).

([7]) La questione della portata convenzionale era già stata esaurientemente trattata anni or sono dall'Istituto E. e R. T. della R. Marina in una memoria preparata per il Comitato Radiotecnico Interalleato, che funzionava durante la guerra. Da tale memoria sono desunti sia l'abbaco della fig. 3 (costruito a suo tempo dal Prof. G. Pesci della R. Accademia Navale) sia le tabelle numeriche riportate più avanti.

raggiungere con un certo numero di kilometri-ampere nell'antenna trasmittente e con una certa lunghezza d'onda. Le tabelle e l'abbaco sono stati calcolati dando al fattore esponenziale l'espressione $e^{0,0015\, d/\sqrt{\lambda}}$ ed esprimendo d e λ in km. Inoltre è stato assunto $\varepsilon = 50\ \mu V/m$.

Ammessa la formula di propagazione, è facile calcolare la lunghezza d'onda più favorevole, cioè quella che richiede hI minimo per una data distanza; e si ottiene, come è noto, la relazione parabolica

$$\lambda_{(m)} = 562 \cdot 10^{-6} \cdot d_{(km)}^2 .$$

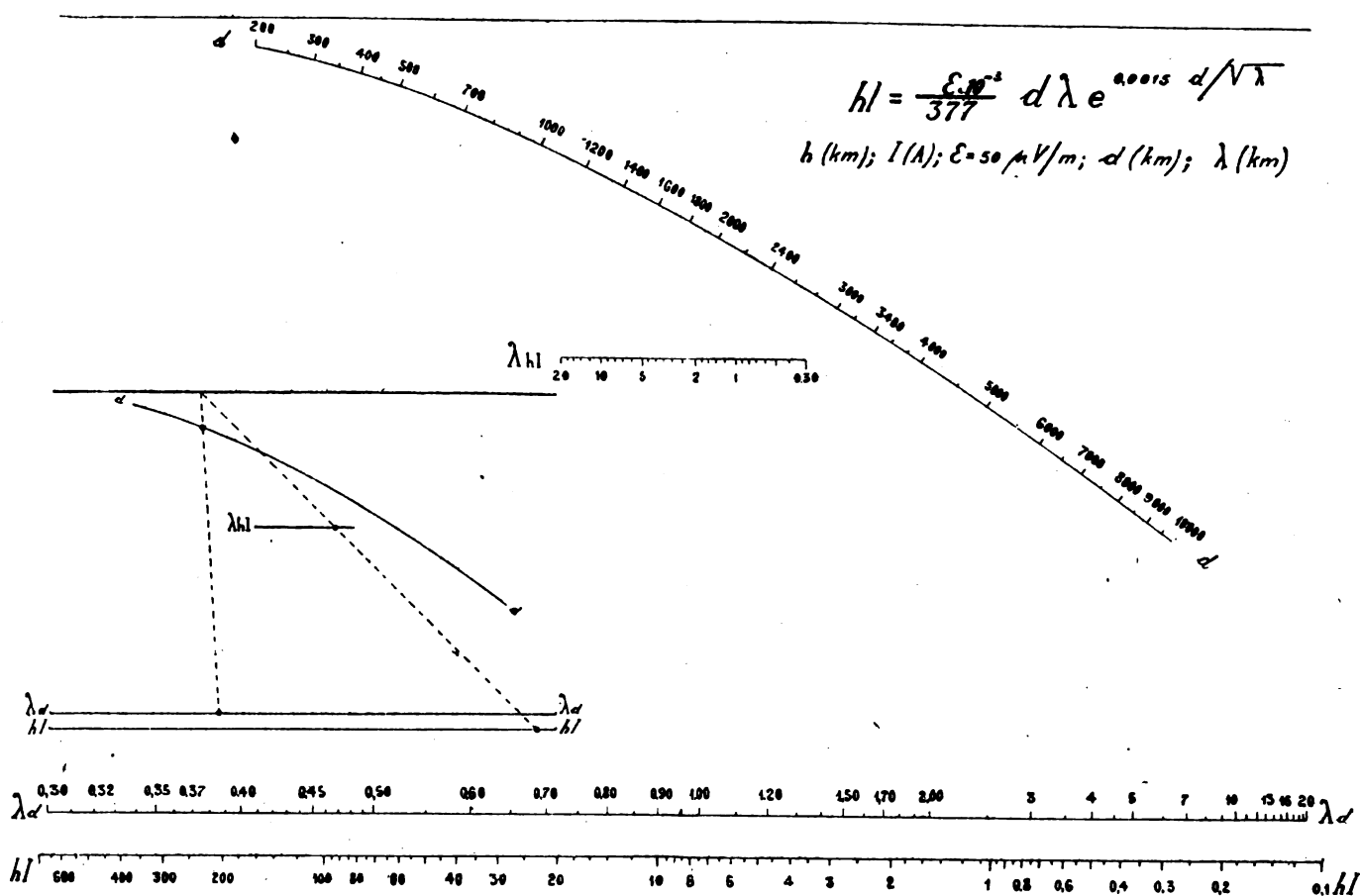



Fig. 3.

TABELLA 4. — *Valori di hI in km × A in funzione di d e λ.*

Lunghezze d'onda λ in m	Distanze d in km 300	600	1000	1500	2000	3000	4000	5000	6000	7000	8000	9000	10000	Lunghezze d'onda λ in m
300	0.027	0,124	0,617	3,64	19,05	442	9090	—	—	—	—	—	—	300
600	0.043	0.153	0.542	2,18	7,67	79,5	737,3	—	—	—	—	—	—	600
1.000	0.063	0,196	0,595	1,89	5,33	35,9	214,1	1196	—	—	—	—	—	1.000
1.500	0,099	0,249	0,677	1,87	4,61	23,5	107,1	455	1860	—	—	—	—	1.500
2.000	0,110	0,301	0.767	1,95	4,42	19,2	73,7	267	922	—	—	—	—	2.000
3.000	0.153	0.402	0,948	2,19	4,50	16,1	50,9	151	431	1196	—	—	—	3.000
4.000	0,200	0,499	1,125	2,45	4,76	15,1	42,7	112,5	287	710	1713	—	—	4.000
5.000	0,244	0,595	1.501	2,73	5.08	14,9	38.8	94,8	336	509	1134	—	—	5.000
6.000	0,287	0,691	1,471	3,00	5,42	15,1	36,9	85,1	188	408	856	1775	—	6.000
7.000	0330	0,785	1,639	3,26	5,79	15,3	35,9	78,9	167	344	695	1376	—	7000
8.000	0,374	0,879	1,806	3,53	6,15	15,6	35.4	75,4	154	305	590	1134	—	8.000
10.000	0,459	1,062	2,133	4,06	6,84	16,5	35,4	71,0	137	257	472	856	1525	10.000
12.000	0,544	1,241	2,459	4,58	7,58	17,5	36,0	69,5	129	231	407	706	1207	12.000
14.000	0,629	1,419	2,778	5,08	8,29	18,6	37,0	69,1	124	215	368	617	1021	14.000
16.000	0,713	1,596	3,088	5,60	8,96	19,6	38,0	69,1	121	205	341	558	903	16.000
18.000	0,795	1,773	3,404	6,09	9,68	20,7	39,3	69,9	120	199	324	519	819	18.000
20.000	0,878	1,949	3.718	6,57	10,37	21,8	40,6	71,0	120	194	311	490	758	20.000

Naturalmente, se si vogliono i risultati relativi a $\varepsilon = 10$ ovvero $\varepsilon = 250$, basta dividere o moltiplicare rispettivamente per 5 i valori di hI riportati (come è stato fatto ad es. nella tabella 5), ed analogamente per qualunque altro valore di ε che si voglia assumere.

Per evidenti ragioni pratiche questa relazione non potrebbe essere adottata senz'altro come norma per la scelta delle lunghezze d'onda. Perciò il Comitato, prima di fissare una parziale distribuzione delle varie lunghezze d'onda, ha formulato le regole generali: che in massima le

onde più lunghe (le frequenze più basse) siano usate per le maggiori distanze e le onde più corte per le distanze minori; che di regola per distanze inferiori a 4000 km non si usino lunghezze d'onda al di là di 12 000 m, e per distanze superiori a 4000 km non si usino lunghezze d'onda al di sotto di 8000 km; che in genere per distanze superiori a 1500 km la lunghezza d'onda adoperata, espressa in *m*, non superi tre volte la distanza espressa in *km*.

TABELLA 5. — *Valori di d in km in funzione di hI e λ.*

hI (km × A)																			hI (km × A)
ε = 250 μ V/m	10	25	5	10	20	35	50	100	200	350	500	1000	1500	2000	2500	3000	3500	4000	ε = 250 μ V/m
ε = 50 μ V/m	0.2	0.5	1	2	4	7	10	20	40	70	100	200	300	400	500	600	700	800	ε = 50 μ V/m
ε = 10 μ V/m	0,04	0.1	0,2	0,4	0,8	1,4	2	4	8	14	20	40	60	80	100	120	140	160	ε = 10 μ V/m
λ = 300 m	710	930	1130	1320	1530	1710	1810	2020	2230	2410	2520	2730	2870	2970	3040	3160	3150	3190	λ = 500 m
600	660	930	1200	1460	1740	1970	2110	2400	2700	2960	3100	3400	3590	3720	3820	3900	3970	4030	600
1000	600	930	1220	1520	1870	2130	2320	2680	3070	3400	3570	3940	4200	4360	4480	4580	4680	4760	1000
1500	520	870	1180	1530	1920	2250	2460	2890	3330	3720	3930	4420	4710	4900	5070	5200	5310	5400	1500
2000	450	800	1130	1520	1940	2320	2550	3030	3550	3960	4220	4750	5090	5320	5500	5650	5770	5880	2000
3000	370	700	1040	1450	1900	2330	2600	3180	3780	4310	4620	5260	5650	5920	6130	6320	6470	6600	3000
4000	300	600	930	1370	1870	2320	2610	3260	3930	4530	4870	5590	6040	6360	6610	6810	6980	7130	4000
5000	230	520	850	1280	1800	2280	2600	3290	4030	4680	5050	5860	6370	6710	7000	7200	7400	7570	5000
6000	190	480	780	1200	1730	2240	2580	3310	4080	4790	5200	6060	6600	6960	7270	7500	7720	7900	6000
7000	-	430	730	1130	1660	2180	2540	3320	4140	4900	5320	6220	6810	7220	7560	7810	8030	8210	7000
8000	-	380	660	1070	1600	2130	2480	3300	4160	4930	5390	6360	6970	7380	7730	8010	8260	8460	8000
10000	-	320	570	960	1490	2000	2360	3250	4200	5020	5510	6570	7250	7710	8080	8380	8650	8880	10000
12000	-	270	500	860	1380	1910	2300	3180	4160	5030	5550	6710	7460	7960	8370	8700	8980	9230	12000
14000	-	-	460	800	1290	1820	2200	3100	4100	5040	5590	6840	7620	8150	8580	8950	9250	9500	14000
16000	-	-	420	730	1200	1750	2130	3030	4060	5030	5630	6920	7750	8390	8770	9160	9480	9750	16000
18000	-	-	390	680	1130	1660	2040	2960	4020	5020	5640	6990	7850	8450	8920	9520	9660	9930	18000
20000	-	-	340	630	1060	1560	1940	2870	3970	5010	5630	7050	7940	8540	9050	9460	9820	10100	20000

In riassunto, i dati che, sotto forma tabulare, dovrebbero essere contenuti negli elenchi della nomenclatura delle stazioni fisse e terrestri, sono:

1) Nome della stazione.
2) Nominativo di chiamata.
3) Amministrazione da cui la stazione dipende.
4) Amministrazione o compagnia che esercita la stazione.
5) Posizione geografica.
6) Antenna: Tipo.
7) Antenna: Capacità elettrostatica in *m μ F*.
8) Antenna: Lunghezza d'onda naturale in *m*.
9) Antenna: Altezza di radiazione in *m*.
10) Tipo degli apparecchi di emissione.
11) Onda: Tipo.
12) Onda: Classe.
13) Onda: Frequenza in kc/s.
14) Onda: Lunghezza in m.
15) Intensità normale della corrente di antenna in *A*.
16) Servizio: Natura.
17) Servizio: Orario.
18) Portata (facoltativo): ε = 250 μ V/m per i tipi *B* e *A* 3
19) Portata (facoltativo): ε = 50 μ V/m per i tipi *A* 2 e *A* 1
20) Portata (facoltativo): ε = 10 μ V/m
21) Corrispondenti abituali (nominativo e posizione geografica).

Radiotelegrafia scientifica.

Spezzate dalla guerra la maggior parte delle organizzazioni scientifiche internazionali, molti studiosi sentirono il bisogno di farle risorgere subito dopo l'armistizio, limitandole per il momento alle nazioni alleate e associate dell'Intesa e alle nazioni neutre. Fu perciò convocata nell'estate del 1919 a Bruxelles l'assemblea costituente del « Consiglio Internazionale di Ricerche », la quale fissò i capisaldi della nuova organizzazione. Questa presuppone la costituzione, in ciascun paese aderente, di un « Consiglio Nazionale di Ricerche » e mira a raccogliere e a coordinare l'attività delle singole « Unioni internazionali scientifiche » (di astronomia, di geodesia e geofisica, di chimica, di fisica, di matematica, di scienze biologiche, di geografia, di geologia, di bibliografia e documentazione, ecc.), che dovrebbero a loro volta suddividersi in altrettanti « Comitati nazionali ». La sede del Consiglio internazionale è stata fissata a Bruxelles.

L'effettivo funzionamento di questa vasta organizzazione è appena ai suoi inizi. Delle varie Unioni internazionali scientifiche, alcune possedevano già una concreta esistenza avanti la guerra e hanno potuto perciò ravvivare più sollecitamente la loro attività: tale ad es. quella di geodesia e geofisica che si appresta a tenere un'assemblea generale a Roma nell'aprile 1922. Per contro altre Unioni sono appena allo stato embrionale, come ad es. la progettata « Unione tecnica internazionale » per la quale sono stati previsti compiti in gran numero, non escluso quello della *normalizzazione* (o standardizzazione). Qualora tale Unione riuscisse veramente a costituirsi, non potrebbe naturalmente prescindere dall'esistenza del Comitato Elettrotecnico Internazionale, che ha già fatto una certa somma di lavoro nel medesimo campo; e ad ogni modo interesserebbe assai da vicino la nostra A. E. I. Ma finora dell'Unione tecnica internazionale e dell'opera del suo Comitato provvisorio (de Chardonnet, Fantoli, Otlet e G. L. Gérard) non si hanno notizie concrete.

L'« Unione internazionale di radiotelegrafia scientifica » fu provvisoriamente costituita come continuazione di un'analoga commissione internazionale formatasi a Bruxelles nel 1913, che dispone di circa 40 000 fr. per effetto di un dono del dott. R. Goldschmidt. All'Unione fu anche dato uno statuto, che prevede, al solito, l'esistenza di singoli Comitati nazionali (da crearsi per iniziativa del Governo o dell'Accademia Nazionale, o del Consiglio di ricerche, o di altre Istituzioni o gruppi di Istituzioni similari), la formazione di Commissioni, la creazione di un Comitato esecutivo e di un ufficio amministrativo o segretariato (a Bruxelles), la convocazione di un'assemblea generale ogni tre anni ecc. Per la parte finanziaria, che dovrà provvedere alle spese di amministrazione, di pubblicazione, di redazione e discussione di osservazioni, non escluse eventualmente le remunerazioni di assistenti, dovrà essere compilato un bilancio preventivo, in cui si fisserà il contributo unitario annuo. A seconda che la popolazione delle nazioni rappresentate è inferiore a 5, 10, 15 e 20 milioni di abitanti o superiore a quest'ultima cifra, il numero di contributi unitari annui sarà rispettivamente di 1, 2, 3, 5, 8. E' stabilito ad ogni modo che in questo primo periodo di vita dell'Unione il contributo unitario annuo non debba superare 200 fr. Per di più, mentre nelle questioni d'ordine scientifico ogni delegato disporrà di un voto, nelle altre si voterà per nazioni e, a seconda dei limiti di popolazione indicati, il numero dei voti sarà 1, 2, 3, 4, 5.

Si presume che la prima assemblea della U. R. S. I. (Union Radio Scientifique Internationale) possa aver luogo alla stessa epoca in cui si terrà la Conferenza mondiale delle Comunicazioni Elettriche, preparata dalle riunioni di Washington e di Parigi. In vista di ciò si tennero, durante quest'ultima riunione, alcune sedute ufficiose e indipendenti dai lavori del Comitato, per formulare un programma di ricerche preliminari, i cui risultati potrebbero senza dubbio fornire elementi utilissimi allo scopo di fissare, nella futura assemblea, un buon programma di ricerche.

Fra le questioni r. t. di interesse scientifico, che per la loro natura meglio si adattano a una indagine di carattere internazionale, possono citarsi: lo studio delle leggi che governano la trasmissione dell'energia nei segnali r. t., i disturbi atmosferici, l'interferenza prodotta da differenti trasmissioni e i mezzi per eliminarla, le misure r. t., i tubi elettronici, ecc. Nelle riunioni di Parigi fu ritenuto opportuno di limitare per ora gli accordi internazionali allo studio delle due prime questioni.

La *legge di propagazione dell'energia* non è ancora stata stabilita, come già si è accennato trattando delle portate convenzionali, su basi completamente e rigorosamente scientifiche. Lo studio di questo quesito si estende pertanto dalla scelta della formula analitica più conveniente, alla determinazione delle sue costanti, all'esame delle continue variazioni che subisce il fenomeno di propagazione e delle cause che le determinano, alla definizione di metodi acconci per la misura di debolissime correnti di ricezione e dei campi elettromagnetici che le producono, al rilievo della direzione secondo cui avviene la propagazione dell'energia ecc. Per cominciare ad affrontare il problema, è stato proposto che un certo numero di stazioni trasmittenti eseguano a ore convenute alcune particolari emissioni, per le quali si misureranno accuratamente la lunghezza d'onda (o frequenza) e l'intensità di corrente nell'antenna. Un certo numero di osservatori, distribuiti nelle stazioni riceventi dei diversi paesi, rileveranno l'intensità di codesti segnali o, meglio, quella del corrispondente campo elettromagnetico e possibilmente anche la direzione di propagazione.

I segnali U. R. S. I. dureranno tre minuti primi; il primo minuto servirà alla regolazione degli apparecchi riceventi e sarà occupato dalla ripetuta emissione di un segnale composto nel modo seguente « U R S I - de - (nominativo della stazione) - (lunghezza d'onda in metri della emissione fatta il giorno innanzi) - (intensità di corrente in ampere durante quella medesima emissione) » ossia ad esempio « U R S I de X Y - 18 500 - 230 ». I successivi due minuti saranno occupati dall'emissione di una lunga linea. Mensilmente saranno inviati al Segretariato generale (a Bruxelles) i protocolli di ciascuna stazione trasmittente, contenenti il maggior numero possibile di dati tecnici sulle emissioni eseguite, sull'antenna, sugli apparati, sulle condizioni meteorologiche, ecc. Dati analoghi saranno inviati anche per le stazioni che emettono segnali orari regolari, poichè anch'essi possono servire per misure di intensità di ricezione. Tutti questi dati saranno rapidamente coordinati dal Segretariato Generale, fatti stampare e distribuiti largamente agli interessati. Allo stesso modo, per ciascuna stazione ricevente, saranno registrati e trasmessi i dati relativi, sia all'intensità del campo elettromagnetico in arrivo prodotto dall'emissione considerata, sia (possibilmente) alla direzione di propagazione, insieme con tutte le opportune indicazioni accessorie tecniche, meteorologiche ecc.

Lo *studio dei disturbi atmosferici* [8] rappresenta forse oggi il più importante problema della r. t. e si estende dalle indagini sulla loro origine e sulla loro natura, alla determinazione dei principî fondamentali su cui basare i metodi di eliminazione di tali dannosissimi intrusi. E' questo un campo di studio, in cui solo una vasta organizzazione di ricerche sperimentali, eseguite concordemente e simultaneamente da un gran numero di osservatori, può condurre a risultati concludenti. Gli argomenti più importanti da esaminare sembrano essere 1) la direzione preponderante da cui gli atmosferici apparentemente provengono per ciascuna stazione, 2) la intensità degli atmosferici, 3) la simultaneità e le differenze di intensità dei medesimi atmosferici rilevati in differenti stazioni, 4) la classificazione degli atmosferici in base agli elementi precedenti e a tutte le altre caratteristiche che si dimostrerà eventualmente opportuno definire. A queste ricerche potranno dedicarsi le stesse stazioni riceventi, organizzate per le misure sulla legge di propagazione, e, come riferimento rispetto al tempo e per i confronti di intensità, potranno servire i segnali U R S I ed i segnali orari. In particolare si vede facilmente, quanto potranno riuscire utili i paragoni fra le striscie di registrazione grafica, ottenute simultaneamente in diverse stazioni e riproducenti i medesimi segnali, insieme con gli atmosferici che li accompagnano. I risultati delle esperienze, raccolti in un primo periodo di funzionamento della progettata organizzazione, potranno servire per meglio precisare ed uniformare la raccolta dei dati nelle fasi successive.

La direzione dei servizi r. t. della Regia Marina si è già dichiarata pronta a partecipare fin dall'inizio alle esperienze di radiotelegrafia scientifica, proponendo che all'emissione dei segnali U R S I partecipi la nostra maggiore stazione attualmente in servizio, ossia la Radio Roma (San Paolo).

(8) *L'Elettrotecnica*, 5 aprile 1918, vol. V, n. 10, pag. 140 e 5 gennaio 1920, vol. VII, n. 1, pag. 19 e *Bollettino R. T.*, vol. I, n. 1, pag 4 e n. 8, pag. 198.

L'EVOLUZIONE DELLE TEORIE FISICHE DAL XVIII SECOLO AD OGGI, ED IL CONTRIBUTO SCIENTIFICO DEI DIVERSI PAESI (1)

A. REY

PARTE II. - FISICA ENERGETICA E FISICA ELETTRONICA.

A) - La fisica energetica.

E' nel 1824 che Sadi Carnot, nelle celebri « *Réflexions sur la puissance motrice du feu* », stabiliva (pur partendo da ipotesi parzialmente inesatte) il principio che il rendimento d'una macchina termica perfetta dipende esclusivamente dalle temperature estreme di funzionamento, e introduceva il concetto di trasformazione *invertibile*, formata da una successione di infiniti stati di equilibrio, infinitamente vicini. Sono le trasformazioni invertibili che consentono di raggiungere il massimo rendimento possibile nelle macchine che trasformano il calore in lavoro; ma neanche nelle condizioni più favorevoli (ciclo di Carnot) questo rendimento massimo ideale raggiunge l'unità; in altri termini, ad ogni ciclo compiuto (cioè ad ogni quantità di calore trasformata in lavoro) corrisponde una diminuzione delle possibilità future di trasformazioni del sistema nel quale il ciclo si compie. Spetta a Clausius il merito di aver ripreso e completato l'opera immortale di Carnot, mettendola in accordo col principio della conservazione dell'energia, e di averla resa ancora più feconda con l'introduzione del concetto di *entropia*, di questa singolare grandezza fisica, caratteristica di ogni sistema di corpi, che cresce a spese di ogni fenomeno reale (non invertibile) che nel sistema (isolato) si produca; che misura, dunque, l'avvicinarsi progressivo ed asintotico d'ogni sistema isolato, appunto in virtù dei fenomeni che vi si producono, allo stato finale di riposo assoluto isotermico.

Ma la possibilità d'una teoria puramente cinetica dei fenomeni e della struttura dei corpi apparve immediatamente inconciliabile con le conclusioni dei lavori di Clausius, anzi, con la stessa circostanza della *non* invertibilità dei fenomeni reali. Come si poteva sperare di spiegare questi ultimi, *non* invertibili sempre, mediante fenomeni elementari di natura puramente cinetica, meccanica, i quali sono sempre invertibili? Accadde così che mentre da un lato (Boltzmann, W. Thomson, Maxwell, Gibbs) veniva faticosamente elaborandosi una concezione *statistica* dei fenomeni reali che, pur dando conto delle constatazioni quotidiane dell'esperienza, tentava di togliere la difficoltà sopra segnalata, riconducendo la « impossibilità » sperimentale della invertibilità ad una « improbabilità » estremamente grande, d'altra parte si costituiva a poco a poco una nuova fisica teorica, essenzialmente *energetica*, la quale, mettendo deliberatamente da parte ogni spiegazione intima dei fenomeni, ogni ipotesi sulla struttura dei corpi (e, in particolare, ogni ipotesi cinetica od atomistica) si preoccupava solo di tradurre analiticamente i risultati dell'esperienza e di applicare a tutti i fenomeni i due grandi principî sopra ricordati, quello della conservazione dell'energia (Mayer-Helmholtz) e quello dell'entropia (Carnot-Clausius). Promotori di questa fisica nuova, positivista, furono Rankine (1853) in Inghilterra, Mach e Ostwald (1872-1895) in Germania, Hirn (1880) e Duhem (1890-1910) in Francia; sopratutto in quest'ultimo è ben visibile la tendenza a limitare la scienza ad una traduzione matematica delle leggi della natura, la quale possa considerarsi come una descrizione, in un certo linguaggio, delle leggi stesse; descrizione che per via logica e deduttiva permette bensì di prevedere, talvolta, il verificarsi di fenomeni nuovi, ma non *spiega* nulla, nel senso reale di questa parola.

Tendenze di questo genere è certo utile che si manifestino periodicamente, per riunire in un quadro logico ben solido (sebbene piuttosto formale) i risultati sperimentali definitivamente acquisiti; ma l'esclusione di ogni tentativo di spiegazione e di ogni ipotesi si ripercuote necessariamente sulla *fecondità* delle teorie così elaborate: in quanto le ipotesi che mirano alla spiegazione dei fenomeni, se pure non raggiungono lo scopo, hanno almeno, quasi sempre, il merito di funzionare come « ipotesi di lavoro », spingendo a nuove verifiche, a nuove ricerche.

Tuttavia, fra i lavori più importanti relativi a questo periodo vi sono, anzitutto, quella di Helmholtz sull'*energia libera* (1882), di Duhem sul « potenziale termodinamico » (1886-1903), e di Gibbs (1875-78), il quale, con la sua celebre memoria, fondava la statica dei sistemi fisicochimici, dando origine ad un nuovo importantissimo ramo della scienza, la chimica-fisica, la cui estrema fecondità è ancor oggi lontana dall'esaurimento.

Ma dove la fisica energetica riuscì completamente fu nello studio delle leggi dei cambiamenti di stato e degli equilibri che ne risultano. I risultati sperimentali, (Andrews, Amagat, Cailletet-Pictet, Travers, Claude, Dewar, Ramsay) si lasciarono inquadrare nella celebre equazione caratteristica di Van der Waals, concordando assai bene con le sue conseguenze; e ricerche posteriori (Lehmann, Quincke, Tamman, Spring) tentarono di ritrovare fra gli stati liquido e solido quella stessa continuità che Van der Waals aveva felicemente stabilita fra gli stati liquido e gassoso. D'altra parte, la regola delle fasi, scoperta da Gibbs (nel 1876), trovava nell'86 la sua applicazione anche alle soluzioni (Duhem); e per le stesse soluzioni van t'Hoff mostrava la validità d'una equazione caratteristica del tipo di quella dei gas.

Sicchè, a poco a poco, la scuola energetica, fondandosi essenzialmente sulla termodinamica, dava alla fisica un aspetto che si potrebbe dire « unitario »; un po' formale bensì, ma definitivo, in quanto non si fondava che sopra fatti ben acquisiti; e dava un esempio del modo di studiare i fenomeni riguardanti la struttura dei corpi, senza bisogno di speciali ipotesi, unicamente in base ai dati sperimentali noti, razionalmente sfruttati. Ma, contemporaneamente, andava assumendo importanza sempre maggiore quella ipotesi elettronica che, nata ancora dallo studio delle soluzioni, doveva rapidamente acquistare una consistenza ed una solidità forse senza precedenti nella storia della scienza, e dare origine ad un movimento di pensiero del quale nemmeno oggi possiamo misurare tutte le conseguenze.

B) - La fisica degli elettroni e della relatività.

Fin dal 1880, Helmholtz, analizzando i lavori anteriori sulla ipotesi fisico-chimica dell'atomo e le sue relazioni, specie attraverso il fenomeno della elettrolisi, con le teorie riguardanti l'elettricità, poteva scrivere: « Se noi accettiamo l'ipotesi che le sostanze elementari sono composte di atomi, non possiamo evitare di concludere che anche l'elettricità positiva e negativa è composta di parti elementari definite che si comportano come atomi di elettricità ».

La interpretazione dei fenomeni della elettrolisi aveva infatti condotto al concetto di *jone*, cioè di molecola o di parte di molecola accoppiata ad una carica elettrica, esistente, in relativa libertà, nelle soluzioni stesse. La costanza apparente della carica elettrica portata da ogni jone, qualunque fossero la sostanza e le circostanze condussero ad attribuire una *individualità* a questa carica, eguale a circa $4,5 . 10^{-10}$ unità elettrostatiche; ma questa nozione nuova restò puramente ipotetica e teorica finchè lo studio della scarica nei gas rarefatti non fece, inaspettatamente, ritrovare la stessa individualità. Nel 1879-80, Crokes scopriva i *raggi catodici*, che si producono allorchè il vuoto dei tubi di scarica diventa dell'ordine del milionesimo di atmosfera; e cominciava il dibattito sulla loro natura. Nel 1894, Lenard dimostrava che nel vuoto questi raggi non si producevano più: dunque, non poteva trattarsi di vibrazioni dell'etere. Nel 1895, Perrin dimostrava che i raggi catodici consistevano in un trasporto, a velocità altissima, di particelle *elettrizzate* negativamente; di un vero e proprio bombardamento molecolare, partente normalmente dalla superficie del catodo. Dal 1895 al 1902, le numerose esperienze (J. J. Thomson, Rutherford, Wilson) tendenti a determinare il valore della carica elettrica posseduta da questi corpuscoli e quello della loro massa, mettevano in evidenza non solo la costanza della carica e quello della massa, ma altresì la identità di questa carica con quella portata dagli joni. Quanto alla massa, nel mentre le misure concordavano nell'attribuirle un valore pari a circa 1/1800 di quella dell'atomo di idrogeno, ardite speculazioni teoriche, appoggiate sensibilmente da delicate esperienze, dimostravano essere assai probabile che l'intera massa fosse apparente, che cioè l'inerzia del corpuscolo fosse interamente d'origine elettromagnetica; che, in altre parole, i corpuscoli (*elettroni*) costituenti i raggi catodici fossero delle pure cariche elettriche negative, sprovvisti di supporto materiale nell'usuale senso che si dà a questa parola, e lanciati dal catodo con velocità dell'ordine delle diecine di migliaia di chilometri al secondo. Si presentava dunque spontanea l'idea che questi elettroni, sempre identici a sè stessi, e che tutte le sostanze, funzionando da catodo, erano capaci di lanciare sotto l'influenza di campi elettrici abbastanza forti, entrassero nella costituzione stessa di tutte le sostanze; che cioè l'atomo non fosse più un qualche cosa di irreducibile, bensì un edificio complesso, di cui l'elettrone era uno dei costituenti.

Ad appoggiare queste vedute, (di cui è evidente la eccezionale importanza), portando fatti del tutto nuovi in loro favore, veniva intanto la scoperta dei fenomeni di radioattività. Nel 1896 H. Becquerel osservava che l'uranio ed i suoi sali, anche sottratti a qualunque influenza esterna apprezzabile, emettevano in modo continuo, e per dei mesi di seguito, delle radiazioni producenti effetti simili a quelli dei raggi X, che in quel tempo erano stati scoperti da Röntgen studiando l'emissione dei tubi di Crookes. Nel 1897 P. Curie e la sua signora scoprivano il *polonio* e poi il *radio*, e ne studiavano le proprietà, portando un contributo di importanza decisiva allo sviluppo di questo nuovo ramo della fisica; poco dopo la signora Curie scopriva la radioattività indotta e l'emanazione del radio; e così prendeva sempre maggiore consistenza, grazie ai successivi lavori di Rutherford, Ramsay e Soddy l'ipotesi (P. Curie) della relativa instabilità degli atomi radioattivi e della loro attitudine a trasformarsi gli uni negli altri, tendendo ad elementi stabili e inerti. Veniva difatti dimostrato che il radio emette contemporaneamente tre tipi di radiazioni: i così detti *raggi* β, affatto analoghi ai raggi catodici, i *raggi* α, analoghi agli joni positivi dei gas jonizzati e formati da atomi di elio elettrizzati positivamente, e, finalmente, i *raggi* γ, analoghi ai raggi X. Questa emissione di radiazioni da parte dei corpi radioattivi appariva dovuta a vere e proprie esplosioni che avvenivano talvolta nell'interno degli atomi (poco stabili per ragioni che ignoriamo) del corpo, e per le quali l'atomo espelleva dal proprio interno sia un elettrone (raggi β), sia un gruppo più complesso, avente tutte le caratteristiche dell'atomo di elio, trasformandosi naturalmente in atomo di un'altra sostanza, di peso atomico *meno* elevato (Curie, 1899-1902). Anche il nuovo atomo, se instabile, poteva esplodere, trasformandosi a sua volta, sino a giungere ad uno stato di relativa stabilità.

Queste considerazioni, unite alle indicazioni date dallo studio delle righe dello spettro degli elementi, e, in special modo, allo studio dello sdoppiamento e della polarizzazione delle righe allorchè il corpo si trova in un campo magnetico (Lorentz-Zeeman), fenomeno che dimostra essere di natura elettromagnetica il sistema che dà luogo, nell'interno dell'atomo, alla produzione delle righe, hanno condotto a poco a poco ad una concezione dell'atomo ben più precisa e feconda di quella tradizionale. L'atomo del chimico, lungi dall'essere per il fisico un qualche cosa di primordiale, è invece un edificio complesso, formato da cariche positive e da elettroni negativi in moto gli uni rispetto agli altri; edificio del quale nei casi più semplici possiamo già intravedere la possibile struttura (Lorentz-Larmor, J. J. Thomson, Bohr); mentre, d'altra parte, alcune leggi generali dedotte (Moseley) dal comportamento dei corpi attraversati dai raggi X, e dal tipo di spettro di altissima frequenza che sono capaci di emettere, cominciano a render conto del diverso comportamento chimico degli atomi e della origine vera delle classificazioni periodiche, trovate empiricamente (Mendelejeff), degli elementi.

Ma se l'atomo è di natura essenzialmente elettromagnetica, la massa dei corpi non può più essere rigorosamente una costante, in quanto la massa apparente d'un corpuscolo elettrizzato, in moto, dipende dalla sua velocità; d'altra parte, se le azioni fra i corpi sono di natura elettromagnetica, poichè queste azioni si propagano con velocità *finita*, quella della luce, anche il principio della eguaglianza dell'azione e della reazione non può essere che una prima approssimazione, per quanto sufficiente nei riguardi dei moti relativamente lenti con i quali abbiamo quotidianamente a che fare; anzi, deve essere una prima approssimazione tutta la meccanica classica di Galileo e di Newton. E' stato questo, dal lato concettuale, il punto di partenza di una serie di ricerche teoriche di eccezionale importanza che, cominciate intorno al 1898 (Lorentz) continuano tutt'ora (Einstein).

I lavori di Lorenz sono stati occasionati dalla celebre esperienza di Michelson, la quale, ripetuta più volte (e tenuto anche conto di recentissime osservazioni mosse dal Righi), dimostra in modo sicuro che, contrariamente alle previsioni della meccanica classica, la velocità di propagazione della luce è indipendente dalla velocità dalla quale sono animati la sorgente della luce e gli apparecchi. Per metter d'accordo questo risultato con la meccanica, Lorenz e Fitzgerald suggerirono la ipotesi che le dimensioni dei corpi dipendono dal loro stato di quiete o di moto; e queste idee, riprese e radicalmente trasformate a poco a poco, sopratutto da Einstein e da Minkowski, dettero origine a quelle che oggi si chiamano la *teoria della relatività ristretta* (Einstein, 1905-1908) e la *teoria generale della relatività* (Einstein 1914-1917; Eddington, Weyl, Levi-Civita, ecc.).

Nella prima Einstein, assumendo addirittura come postulato che esperienze del tipo di quella di Michelson avrebbero dato risultato costantemente negativo, cioè che sia impossibile mettere in evidenza un moto assoluto dei corpi, è riuscito a dare alle equazioni generali della meccanica una forma tale che, pur riducendosi alla forma ordinaria in prima approssimazione, rendesse conto, mediante una profonda modificazione del concetto di tempo, di questa impossibilità. E poichè da questo primo sistema teorico la gravitazione ed i suoi fenomeni erano ancora esclusi, Einstein, nella successiva teoria generale, ha cercato di allargare il quadro, dando alle equazioni della fisica una forma universalmente invariante e mettendo in luce, per la prima volta, l'equivalenza d'un campo gravitazionale con un campo d'accelerazione. E' impossibile dare in poche parole una idea adeguata della importanza di queste teorie, che destano oggi il più grande interesse fra i fisici a causa delle modificazioni, enormi dal lato concettuale sebbene piccole dal punto di vista delle conseguenze puramente numeriche, ch'esse importerebbero nel modo attuale di concepire sia i fenomeni che gli enti di carattere primitivo, *spazio-tempo*, che Einstein, seguendo Minkowski, ha fuso in una « *varietà* » a quattro dimensioni. Basterà qui ripetere, col Langevin, che mai, forse, la Fisica aveva cercato di scrutare così profondamente i misteri dell'Universo nel quale viviamo. Ed a questo movimento di pensiero, che ha trovato pronti i mezzi analitici grazie ai lavori di Ricci e Levi-Civita sul calcolo differenziale assoluto, vengono oggi a raccordarsi mirabilmente da un lato la nuova concezione, *statistica*, della fisica energetica fondata essenzialmente sulla termodinamica, e, dall'altro, quella singolare teoria dei « quanti » (Planck, 1901) che ha gettato di già tanta luce sul fenomeno dell'emissione di energia raggiante e, portando, per così dire, l'atomismo anche nel campo dell'energia, ha finito col togliere un'altra delle maggiori differenze esistenti fra quei due enti fondamentali, la *materia* e *l'energia*, che forse solo ai nostri sensi appaiono di natura diversa.

Le legge generale dell'evoluzione della fisica teorica, dalla fine del XVIII secolo ad oggi è dunque una tendenza generale all'unità; ma non alla unità formale dei Newtoniani e degli energetisti puri, bensì ad una unità oggettiva, sostanziale, ottenuta in base ad una ipotesi atomico-cinetista che si è andata sviluppando e rassodando, con notevole continuità, da Fresnel ad Einstein.

:: SUNTI E SOMMARI ::

IMPIANTI.

CH. DUVAL e CH. LAVANCHY — **Progetto di ripartizione della energia elettrica in Francia per mezzo di reti ad alta tensione.** (Révue générale de l'electricite, n. 21, pag. 727 e 733).

Si sta studiando attualmente in Francia la possibilità di creare grandi reti ad alta tensione, che ripartiscano l'energia d'origine idraulica o termica dalle regioni che ne sono ricche per cadute d'acqua o per miniere di carbone, alle regioni meno favorite, allo scopo di ottenere una utilizzazione più razionale delle risorse d'energia elettrica. Un'analisi generale della localizzazione di tali risorse è compendiata dalla cartina della fig. 1; in essa la potenza idraulica è rappresentata con cerchi di diametro proporzionale alla potenza stessa; la potenza termica con quadrati di lato proporzionale ad essa.

Potenza idraulica: Regione del Sud-Est: 185 000 kW; Regione del Sud-Ovest: 590 000 kW; Regione del Centro: 515 000 kW; Regione dell'Est: 370 000 kW; Potenza termica: Parigi: 440 000 kW; Arras (miniere): 220 000 kW; Bordeaux: 220 000 kW; Marsiglia: 220 000 kW; Nantes: 75 000 kW; Brest: 75 000 kW; Caen: 75 000 kW. In totale 3 325 000 kW di potenza idroelettrica, e 1 325 000 kW di potenza termoelettrica.

Il progetto generale di ripartizione dell'energia tende a sostituire, dovunque è possibile, l'energia idraulica alla termica, mediante trasporti a grande distanza, con linee ad alta tensione, munite di motori sincroni ad eccitazione variabile, per regolare tanto la caduta di tensione durante il funzionamento a carico elevato, che l'aumento di tensione a basso carico. Esso si basa su alcune direttive principali: I. non trasportare più carbone nelle regioni ricche d'energia idraulica, ad eccezione di quello necessario per le centrali di riserva e per le industrie che non possono farne a meno; II. sopprimere il funzionamento permanente delle centrali termiche poco lontane dalle centrali idrauliche e impiegare accumulatori termici, che utilizzino l'energia elettrica nelle ore di scarso consumo, per superare le punte, ed accumulatori idraulici (serbatoi), dove ciò è possibile, per sopperire alle oscillazioni d'erogazione a lungo periodo; III. la regione mineraria di Arras dovrà bastare a sè stessa, poichè, consumando il carbone di scarto, in vicinanza immediata della miniera, produce energia a minor costo di quella idraulica trasportatavi dal Sud-Est; IV. le centrali di produzione funzioneranno in parallelo essendo connesse a centri, da ciascuno dei quali partiranno linee trifasi ad alta tensione, capaci di trasmettere potenze sino a 40 000 kW ciascuna, per alimentare le reti di distribuzione, separate per ogni singolo centro di utilizzazione, ma collegabili totalmente od a porzioni, onde permettere lo scambievole soccorso tra le reti prossime. Le principali reti ad alta tensione previste, sono segnate sulla cartina. Esse funzioneranno colla frequenza di 50 periodi, che è la più generalmente adottata in Europa, alla tensione di ~ 150 000 volt in partenza, che secondo la distanza ed il carico, diverranno da 135 000 a 120 000 all'arrivo, e saranno munite di motori sincroni.

Fig. 1.

A titolo d'esempio gli ingg. Blondel e Lavanchy hanno progettato uno schema di trasporto d'energia a 150 000 volt, 50 periodi, alla distanza di 450 km (la massima prevista è di 500 km). La linea sarà trifase, composta di 3 cavi di alluminio-acciaio, della sezione di 355.3 mm² e del diametro di 24.5 mm, ogni cavo composto di 37 fili di 350/100.

Per ogni linea è stata adottata la potenza di 30 000 kW, ma sono state esaminate le condizioni di funzionamento a 45 000 — 30 000 — 15 000 kW, ed infine a vuoto, senza e con motori sincroni.

L'utilità dell'installazione all'arrivo dei motori sincroni, in ragione di una unità di 15 000 kW per linea, appare esaminando i seguenti due casi: 1) Due linee trifasi, della potenza normale di 30 000 kW, fattore di potenza 0.90, migliorato coll'impiego dei motori sincroni. - 2) Tre linee trifasi, della potenza normale di 20 000 kW, fattore di potenza 0,70, senza motori sincroni. - Vedi tabella.

Numero linee (a 3 fili)	2	3
Tensione all'arrivo, (volt)	135 000	135 000
Carico normale per linea (kV)	30 000	20 000
Carico normale	60 000	60 000
Fattore di potenza	0 9	0 7
Potenza dei motori sincroni (KVA)	30 000	—
Tensione alla partenza, (volt)	151.000	154 000
Tensione a vuoto (volt)	135 000	119 000
Rendimento (compresi trasformatori e motori sincroni) %	84,1	84,2

Approssimativamente dunque si risparmia una linea su tre.

La figura 2 rappresenta lo schema generale del trasporto: ogni centrale è divisa in 3 sezioni di circa 100 000 kW ciascuna, che possono essere indipendenti l'una dall'altra.

Il posto di trasformazione è analogamente diviso, come la sala macchine della centrale, in 3 sezioni, ciascuna di 4 gruppi di trasformatori, con un quadro distinto per ogni sezione.

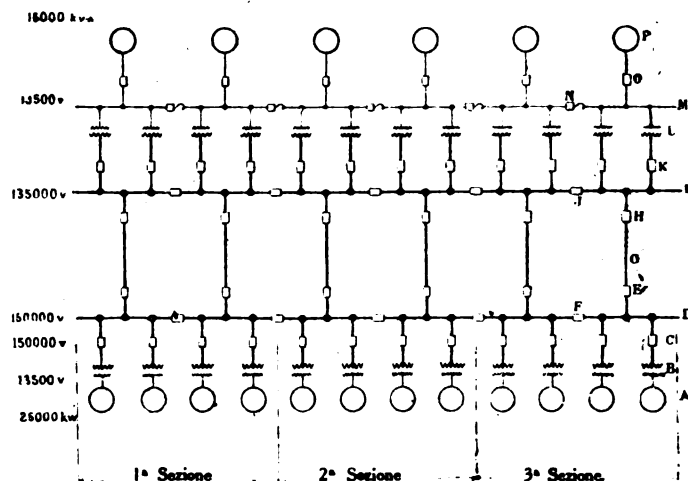



Fig. 2. — *A*, gruppo turboalternatore da 25000 kW a 13500 V., 50 periodi. (Ogni sezione di 4 turboalternatori, servita da 2 eccitatrici da 750 kW). *B*, 3 trasformatori monofasi da 8500 kW ciascuno, 13500/150000 V., *C, F, J, K, N, O* = sezionatori. *D*, sbarre a 15000 V. *E, H*, interruttori. *O*, linee. *I*, sbarre 135000 V. *L*, 3 trasformatori da 8500 kW. *M* sbarre a 13500 V. *P*, motore sincrono da 15000 kW.

Ogni gruppo alternatore trasformatore forma normalmente una unità a sè, ed il parallelo va effettuato sulle sbarre a 150 000 volt; queste unità sono connesse due a due ad una linea, ognuna delle quali eroga normalmente su due gruppi di 3 trasformatori monofasi 135 000/13 500 volt che potranno essere collegati tra loro mediante sbarre a bassa tensione, munite di sezionatori e reattanze, per evitare le correnti di circolazione.

Da queste sbarre a 13 500 volt partono i feeders e da esse derivano i motori sincroni, da 15 000 kVA per ogni linea, per il miglioramento del fattore di potenza sul circuito di utilizzazione.

(*e. b.*)

★ ★

MISURE: METODI ED ISTRUMENTI.

LAWRENCE e WIDMARK — **Dimensioni e potenza.** (J. A. I. E. E. agosto 1921, pag. 665.)

L'Autore propone una nuova formula da usare come caratteristica delle macchine al posto del solito valore $D^2 L$ (D = diametro del rotore, L = lunghezza del ferro del rotore).

Colle macchine moderne per le quali la potenza non è più limitata dalla possibilità di una sufficente irradiazione del calore poichè ad essa si provvede colla ventilazione forzata, la vecchia formula non risponde più allo scopo.

Secondo l'Autore, solo la considerazione del flusso magnetico può costituire una base per stabilire una formula che abbia interesse generale poichè le considerazioni relative al disperdimento di calore e alla commutazione variano troppo secondo il modo con cui la macchina è progettata.

La potenza di una macchina dipende evidentemente dal flusso elettrico e dal flusso magnetico. La dimensione che limita il flusso magnetico è l'area cilindrica del rotore: $\pi\ D L$. La corrente totale è invece limitata dalla sezione del rame di armatura, la quale a sua volta è limitata dall'area totale dei canali che possono essere contenuti nel disco del rotore. Vale a dire che l'area della sezione del rotore ossia $\frac{\pi\ D^2}{4}$ è l'elemento determinante della corrente totale.

In conseguenza, poichè la potenza della macchina è proporzionale al prodotto del flusso elettrico e del flusso magnetico, potremo anche dire che tale potenza è proporzionale al prodotto $\frac{\pi\ D^2}{4}\ \pi\ D L$ ossia al prodotto $V D$ del volume del rotore per il suo diametro. Secondo la vecchia formula la potenza sarebbe stata invece proporzionale a $D^2 L$ ossia al solo volume del rotore.

Per l'applicazione pratica di tale formula l'Autore procede come segue. Si divida la potenza in watt per il numero di giri al minuto e si chiami watt-giro la grandezza risultante. Dividendo poi il volume del rotore, in centimetri cubi, per i watt-giro, si otterranno i centimetri cubi per watt-giro, e si indichi con θ tale valore. Allora il prodotto $\theta\ D$ può considerarsi come un valore relativamente costante determinato dai seguenti fattori: Rapporto del rame d'armatura all'area della sezione del rotore — Densità di corrente — Flusso magnetico totale per centimetro quadro di superficie del rotore.

I tre fattori variano colle dimensioni della macchina ma la loro risultante si mantiene costante. Infatti la densità di corrente diminuisce nelle grandi macchine; d'altra parte è vero che tende a diminuire la proporzione dell'area occupata dai canali, ma il rame contenuto in ogni canale tende ad aumentare, per il minor spazio richiesto dall'isolamento. La variazione nelle condizioni magnetiche tende a compensare il risultato creato dalle altre due condizioni.

Secondo l'Autore la formula da esso proposta rappresenta un ottimo elemento di confronto per macchine di piccola e media potenza, mentre per grosse macchine la costante deve essere poco aumentata. L'opposto avveniva colla vecchia costante.

Una interessante applicazione è fatta per mettere in evidenza come variano le proporzioni dei diversi organi nei motori ad induzione variando il diametro del rotore. Partendo dalla $V . D =$ cost. ossia dalla $D^3 L =$ cost., si ottiene:

Lunghezza del ferro: $\frac{C}{D^3}$ inversamente proporzionale al cubo del diametro.

Superficie del rotore e flusso totale $= \frac{C}{D^2}$: inversamente proporzionale al quadrato del diametro.

Sezione del rame: $C D^2$: proporzionale al quadrato del diametro.

Volume di rame per le connessioni di testa: $C_1 D^3$: proporzionale al cubo del diametro.

Volume del rame nei canali: $\frac{C_2}{D}$ = inversamente proporzionale al diametro.

Volume del ferro: $\frac{C_3}{D}$ inversamente proporzionale al diametro.

Volendo cercare le dimensioni di massimo tornaconto, bisognerà scrivere:

$$C_1\ D^3 + \frac{C_2}{D} + \frac{R\ C_3}{D} = \text{minimum.} \qquad (1)$$

Dove R rappresenta il rapporto fra il costo del rame e quello del ferro del rotore.

Derivando la (1) ed uguagliando a zero, si ricava:

$$C_1\ D^3 = \frac{C_2 + R\ C_3}{3\ D}$$

vale a dire il costo del materiale attivo di un motore di induzione raggiunge il suo minimo quando il valore delle connessioni di testa eguaglia un terzo del valore del ferro e del rame in esso contenuto.

Si ricava anche facilmente il diametro di massimo tornaconto:

$$D = \sqrt[4]{\frac{C_2 + R\ C_3}{3\ C_1}}$$

Dalla considerazione delle formule precedenti l'autore ricava l'osservazione che anche per macchine a 4 o a 6 poli i tipi con rotori lunghi sono più favorevoli, e che l'aumento di peso delle connessioni di estremità col cubo del diametro depone assai sfavorevolmente nel riguardo delle macchine corte, con grandi diametri.

R. S. N.

* *

TRASMISSIONE E DISTRIBUZIONE.

DR. ING. G. HULDSCHINER — **Contributo al calcolo delle cadute di tensione nelle linee aeree trifasi.** (E. T. Z., 27 gennaio 1921, p. 73).

Prendendo lo spunto da un suo articolo precedente riassunto qui sopra, l'A. studia l'influenza che ha sulla caduta di tensione in linee trifasi la suddivisione della sezione singola dei conduttori in più conduttori paralleli.

Un nuovo fattore entra in gioco per linee esercite a frequenza normale e a tensione superiore a 50 000 volt e cioè il fenomeno di capacità, che in tale caso non può venire trascurato.

Esaminando anzitutto il caso di una linea trifase semplice con disposizione simmetrica dei conduttori, l'A. osserva che, se si vuole tenere conto dell'effetto della capacità, non è più possibile riferire la caduta di tensione totale di una linea a quella unitaria data da una corrente di un ampere per km di lunghezza, come è stato fatto per le linee monofasi di trazione, perchè le componenti della caduta di tensione dovute alla corrente d'esercizio sono proporzionali alla lunghezza semplice della linea, mentre quelle dovute alla corrente di carica sono invece proporzionali al quadrato della lunghezza della linea stessa. Bisogna quindi calcolare le cadute di tensione caso per caso a seconda della lunghezza della linea.

Anche per le linee trifasi, analogamente a quanto è risultato per quelle monofasi di trazione, la caduta di tensione aritmetica risulta sensibilmente inferiore a quella geometrica e si dimostra con ciò conveniente di basare il calcolo di dette linee sul valore della caduta di tensione aritmetica, permettendo questo fatto di ottenere un notevole risparmio di materiale conduttore.

L'A. passa poi dal caso di una linea trifase semplice a quello di una linea pure con disposizione simmetrica delle condutture, in cui la sezione totale dei conduttori è suddivisa in due terne funzionanti in parallelo, e sulla base di un calcolo generale e di un esempio pratico particolare dimostra che la suddivisione della sezione totale dei conduttori permette di ridurre sensibilmente la caduta di tensione, elevando in pari tempo il valore del fattore di potenza all'origine della linea. Studia quindi il comportamento di una trifase in cui i tre conduttori siano disposti press'a poco verticalmente gli uni agli altri, tanto per linea semplice a tre conduttori che per linea suddivisa in due rami funzionanti in parallelo fra di loro. La disposizione è data dalla fig. 1

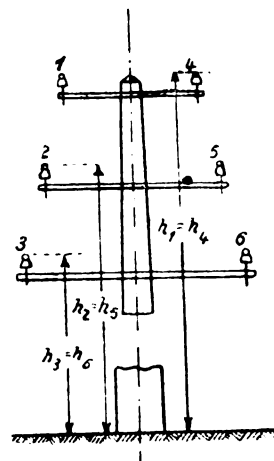



Fig. 1.

ed è analoga a quella che viene impiegata oggi giorno per quasi tutte le trasmissioni in grande stile di energia elettrica ad alto potenziale.

La seguente tabella dà i risultati di un calcolo pratico, eseguito per le seguenti condizioni:

Lunghezza semplice della linea 100 km
Tensione concatenata 100 000 volt
Distanza fra i conduttori 1 - 2 = $D_{12} = D_{23} = 313$ cm
D_{13} = 626 cm
h_1 = 1680 cm
h_2 = 1380 cm
h_3 = 1080 cm
Frequenza $n = 50$ periodi al sec.
Diametro dei conduttori = 0,8 cm (200 mmq di sezione)
Corrente per fase in arrivo = 66,4 ampere
Fattore di potenza in arrivo $\cos \varphi_b = 0{,}8$.

	LINEA SEMPLICE	LINEA DOPPIA (a parità di sezione totale di conduttori)
Caduta di tensione aritmetica (trascurando l'effetto della capacità) .	3610 volt	2320 volt
Caduta di tensione aritmetica (tenendo conto dell'effetto della capacità)	3040 volt	1725 volt
Corrente in partenza	58 ampere	54 ampere
Fatture di potenza all'origine $\cos \varphi_a$ = ...	0,89	0,97

La tabella mostra che, suddividendo la sezione di ciascun conduttore in due conduttori in parallelo, la caduta di tensione viene ridotta al 64,5 rispettivamente 57%, se si trascura, o rispettivamente si considera l'effetto della capacità.

Si può trovare invece che a parità di caduta di tensione una linea semplice con conduttori di 200 mm² di sezione per fase è equivalente ad una linea doppia con sezione suddivisa formata da due terne funzionanti in parallelo, costituite da conduttori della sezione di 42,5 mm² cioè con una sezione totale di 85 mm² per fase. Analogamente condutture semplici di 100 rispettivamente di 60 mm² per fase corrispondono a condutture suddivise di 58 rispettivamente 35 mm² per fase.

La suddivisione della sezione ha per effetto di aumentare la corrente di carica e di migliorare perciò a carico normale il fattore di potenza, riducendo il valore della corrente totale in partenza.

Impiegando più condutture funzionanti in parallelo si avrebbe perciò il mezzo di registrare in certo qual modo il fattore di potenza all'origine a un valore prossimo all'unità mettendo in esercizio tanto maggior numero di condutture quanto più aumenta il carico.

Riassumendo i risultati dello studio, si può concludere quindi che un frazionamento della sezione delle condutture porta con sè una diminuzione di circa la metà del fabbisogno del materiale di conduttura a parità di caduta di tensione, oppure una equivalente riduzione della caduta di tensione a parità di quantità di materiale di conduttura. Con ciò vengono ridotte in modo sensibile, e in molti casi anche compensate, le spese per l'installazione di una seconda conduttura funzionante in parallelo alla prima.

In pari tempo viene migliorato il fattore di potenza alla stazione di partenza. Una disposizione simile però porta con sè un aumento della corrente a vuoto e un aumento delle perdite per effetto corona. Queste ultime anzi raggiungono in molti casi per tensioni altissime valori tali, da rendere del tutto aleatorio il vantaggio che si ottiene col frazionamento della sezione dei conduttori. Tuttavia per tensioni intorno a 100 000 volt con conduttori di forte sezione e in genere per tensioni sui 50 - 60 000 volt, il frazionamento della sezione totale dovrebbe offrire un vantaggio reale.

L'A. crede che il campo in cui può venire impiegato con vantaggio il metodo del frazionamento della sezione dei conduttori sia quello delle condutture ad alta tensione di media importanza, per le quali le ragioni militanti pro e contro al raddoppiamento delle condutture potrebbero apparentemente equivalersi. In questo caso la riduzione della caduta di tensione, oppure quella del materiale di conduttura rappresenterebbero un vantaggio molto rilevante, che potrebbe in molti casi, decidere senz'altro a raddoppiare le condutture, specialmente al giorno d'oggi in cui il costo del materiale è assai elevato.

e. s.

:: :: :: CRONACA :: :: ::

CONDUTTURE.

Per l'attraversamento dello Stretto di Messina. — Come annunciammo tempo addietro (vedasi a pag. 568, 15 settembre 1921) per lo studio dei problemi che avrebbero dovuto essere discussi nel recente Congresso dell'A. E. I., il Governo nominò una commissione tecnica temporanea nella quale l'A. E. I. era già largamente rappresentata. Apprendiamo ora con piacere che, con un recente decreto, furono aggiunti alcuni nuovi membri alla Commissione stessa e fra questi il Presidente Generale dell'A. E. I. Ing. Del Buono, ciò che costituisce un nuovo riconoscimento dell'autorità del nostro Sodalizio. La Commissione risulta pertanto così composta: *Presidente*: Prof. Lombardi - *Membri*: Bonomi, Bozzagli, Camerana, Del Buono, Donati, Fano, Perilli, Pession e Vismara. - *Segretario*: E. Benedetti.

La Commissione si riunì a Messina in occasione della chiusura del nostro Congresso.

CONGRESSI.

Conferenza internazionale per le grandi reti ad altissima tensione. — Dal 21 al 26 corrente si svolgerà a Parigi la conferenza internazionale di cui demmo, mesi or sono, il programma di massima. Lo scopo della conferenza è lo studio di tutti i problemi relativi alle grandi linee ed alle grandi reti ad altissima tensione. Ad essa parteciperanno inizialmente un certo numero di delegati (complessivamente una quarantina) delle Associazioni professionali elettrotecniche di dodici nazioni. Tali delegati dirigeranno la discussione e saranno considerati come i rappresentanti autorizzati dei varî paesi; ma alle sedute della Conferenza potrà assistere qualsiasi ingegnere, di qualsiasi nazione, che si iscriva regolarmente presso il Sig. Tribot Laspière, segretario generale della Conferenza, Rue de Madrid, 7 - Parigi, presso l'Union des Syndicats de l'Electricité, dove avrà sede anche la conferenza. Le sedute si inizieranno ogni giorno alle 9 1/2 ed alle 14 1/2. Giovedì 24 non si terrà seduta pomeridiana, tenendosi in quel giorno una seduta solenne alla Sorbona in onore di Ampère.

Le lingue ufficialmente ammesse sono il francese e l'inglese, ma vi saranno interpreti per l'italiano, il danese, lo spagnuolo, l'olandese, il norvegese e lo svedese.

In ogni seduta la discussione si svolgerà sulle relazioni che saranno state presentate sui varî argomenti e che *saranno stampate e distribuite parecchi giorni prima della conferenza*. I testi definitivi e le discussioni verranno pubblicati in volume. La conferenza si suddividerà in tre sezioni che si ripartiranno come segue la materia.

Sezione 1ª - Produzione. — Marcia in parallelo delle centrali e problemi relativi. — Ripartizioni dei carichi. — Centrali di riserva. — Sottostazioni all'aperto.

Sezione 2ª - Descrizioni delle grandi reti esistenti, in costruzione o in progetto. — Linee ad altissima tensione. — Problemi generali. — Tracciato. — Pali. — Isolatori. — Conduttori. — Determinazioni sperimentali delle costanti elettriche delle linee. — Cavi.

Sezione 3ª - Regolazione di tensione, frequenza, fattore di potenza. — Caratteristiche del macchinario e dell'apparecchiatura. — Sovracorrenti e sovratensioni. — Collegamenti fra cavi e linee aeree. — Sorveglianza ed esercizio. — Misure ad altissima tensione. — Comunicazioni telegrafiche e telefoniche con e senza fili.

Ai delegati sarà offerto un banchetto. Sono in progetto anche una visita alla grande centrale di Gennevulliers (in costruzione) e due gite sui campi di battaglia di Verdun e del Nord della Francia.

Come già annunciammo, i delegati italiani saranno il nostro Presidente Generale Ing. Del Buono e gli Ingg. Emanueli, Norsa, Nicolini e Prinetti. Alla conferenza aderirà pure l'Ing. Semenza.

FISICA GENERALE

Le conferenze del Prof. Einstein a Bologna. — Nei giorni 22, 24 e 26 Ottobre, nella gran sala dell'Archiginnasio di Bologna, il Prof. Einstein ha tenuto tre conferenze nelle quali ha riassunto in forma piana e logicamente ordinata i punti più salienti delle sue teorie. Parlando sempre in italiano, egli doveva spesso rallentare il suo dire, non essendo molto padrone della nostra lingua; ma questo fatto, obbligandolo a una esposizione lenta, piana e con giri di frase semplicissimi, si è in fondo risolto in un beneficio per gli uditori, non tutti preparati alle sorprese della nuova scienza.

In quelle conferenze, quasi pubbliche, l'Einstein ha ripetuto in riassunto quanto già aveva pubblicato nei suoi ben noti opuscoli di volgarizzazione, e non è il caso di insistervi qui: nella prima ha esposto la genesi e la sintesi della relatività particolare; nella seconda quella della relatività generale; nella terza la cosmogonia derivata dalla sua rappresentazione dei fenomeni dell'universo.

Ma molto più interessante, per chi già conosceva la parte volgarizzata, riuscì la seduta privata presso l'Accademia delle Scienze dell'Ateneo Bolognese, ove da un piccolo gruppo di sommi fisici e matematici italiani furono posti all'Einstein diversi quesiti sui punti più controversi, più astrusi o più profondi della sua teoria. Diamo qui un cenno della parte che si può riassumere in breve.

Primo il Prof. Burgatti chiede schiarimenti sul concetto nuovo di uno spazio dotato di proprietà fisiche, ma privo di etere, privo cioè di un qualsiasi concepibile veicolo o substrato materiale dei fenomeni. Risponde l'E. che egli soppresse il concetto di etere, perchè era ormai diventato tanto contradittorio che non spiegava più nulla. Egli vede lo spazio (o meglio il continuo spazio-tempo) popolato di vettori che lo caratterizzano. Non avrebbe difficoltà, per compiacenza, a riempirlo di un *quid* cui si può anche conservare il nome di etere, ma non ne vede il vantaggio. Amando la semplificazione, è nocivo più che inutile pretendere di spiegare un postulato dedotto dall'osservazione prima (come l'esistenza di campi di forze o di distribuzioni spaziali di energia) con un altro postulato altrettanto oscuro, e che poi non interviene in nessuna formola nè in nessuna misura. Di fatti questo nuovo « etere », ammesso tanto per accontentare i fisici, non si distingue in nulla dal puro « spazio », e nessuno dei suoi punti reali potrebbe essere seguito nel suo moto, perchè, nella rappresentazione generale a 4 dimensioni, le posizioni di uno stesso punto materiale in tempi diversi sono rappresentate da punti geometrici diversi e fermi. Di più il campo gravitazionale non richiede l'etere per la propagazione, ed invece è proprio quello che caratterizza, e per così dire *crea*, lo spazio, non potendosi immaginare l'uno senza l'altro; mentre per il campo elettromagnetico con le sue modificazioni è un accessorio che può anche mancare. Per concepire i moti rotatorii si deve, sì, pensare quello spazio e quel campo come fermi, e allora sarebbe lecito anche dargli una esistenza fisica, al modo del Lorentz, chiamandolo etere, i cui stati nello spazio-tempo generano la materia; ma non è affatto necessario aggiungere questa parola che non chiarisce nulla.

Ad alcune obbiezioni del Sen. Ciamician, l'E. aggiunge che in quel *continuo* le vibrazioni elettromagnetiche sono rappresentate da una modificazione corrente del vettore caratteristico, e la lunghezza d'onda dalla distanza fra due vettori identici, riferita a un corpo o sistema campione.

Il Prof. Majorana trova che il dissenso fra i fisici e i matematici sta nella esigenza dei primi di « sostanzializzare » i concetti astratti e geometrici; al che l'E. risponde che ciascuno ha il suo modo di vedere. All'Herz già si fecero identiche obbiezioni. E c'è nei fisici un poco l'illusione di « vedere » i moti dell'etere: in realtà non parlano anch'essi che di linee e di superficie d'onda o simili, tutti puri elementi geometrici.

Il Prof. Enriquez riassume giustificando i fisici nel loro desiderio di ricollegare le idee antiche, ormai penetrate nella lora *forma mentis* per un lento processo storico, alle nuove con le quali non si sono ancora famigliarizzati.

Si passa poi a un altro argomento. Il Prof. Levi-Civita chiede che significato fisico si potrebbe attribuire all'elemento lineare *ds* del continuo a 4 dimensioni. Nella T. d. R. particolare ciò è ancora facile con esperienze statiche di moti virtuali; ma in quella generale, no. Risponde l'E. che lo spazio fisico della T. particolare è ancora euclideo per cui *ds* è un invariante; ma tale resta solo un elemento infinitesimo nel caso della T. generale, mentre dalla differenza fra i due si determina la « curvatura » dello spazio reale. L'unico postulato da ammettersi è il principio della « non-eredità », per cui un corpo, se potesse tornare nello stesso punto del continuo a 4 dimensioni, sarebbe identico a sè e non modificato dalla sua storia, tornando indietro anche nel tempo. Resta da stabilire se l'accelerazione si possa anche considerare una proprietà fisica.

Infine il Prof. Castelnuovo riesamina il problema della reazione centrifuga, seguendo lo spunto del Mach. Supposto un grande anello omogeneo fermo, e al suo centro un piccolo corpo rotante, quest'ultimo risente la reazione centrifuga. Avverrebbe alcunchè nel corpo interno, se poi tenessimo fermo lui e facessimo rotare l'anello? Risponde l'E. che un professore di Zurigo ha fatto l'esperienza con risultato finora negativo. Ma nella T. d. R. generale si postula che il campo soddisfi alle equazioni anche rispetto a un corpo di riferimento rotante; in questo caso tuttavia, perchè si possa giungere a un risultato, con condizioni di limiti d'integrazione diversi dal caso della traslazione (ossia della accelerazione lineare), è necessario postulare un universo *finito*, benchè illimitato. Quest'ultimo concetto (¹), oltre alla base puramente matematica suddetta, trova appoggio in altre due considerazioni: 1°) il potenziale della gravità, ben determinato in ogni punto, come mostra l'esperienza, richiede: o un mondo infinito con densità media della materia nulla (quindi con densità reale tendente a zero col crescere della distanza da noi), idea poco logica e soddisfacente, o un mondo finito, con densità media pure finita; 2°) uno spazio « ancorato all'infinito » sarebbe immobile assolutamente; e allora l'inerzia della massa dipenderebbe intanto dalla accelerazione (assoluta) rispetto ad esso; ma l'inerzia, secondo le formule della T. d. R. Generale, dipende anche dalla presenza di altre masse vicine; e allora si avrebbe l'incongruenza di sommare negli effetti una causa piccola e una causa infinitamente grande.

Il Prof. Majorana conferma che la legge di Newton, con un universo omogeneo e infinito andrebbe in ogni modo modificata, (per non avere potenziali indeterminati), per esempio facendo decrescere l'attrazione in funzione della distanza con legge più rapida che quella newtoniana.

L'E. conclude dicendo che l'unico modo di conciliare i contrari, senza nuove ipotesi, è appunto la T. d. R. generale. In questa non ha neppure più significato il valor limite numerico della velocità della luce, perchè variano col luogo e le circostanze anche le coordinate con cui si dovrebbe misurare. A quelli poi che insistono per avere un « modello » fisico della sua cosmogonica, risponde che un « modello » non raggiunge il suo scopo se non è *più semplice* di ciò che vuole spiegare: ora egli non conosce nulla di più semplice del fenomeno gravifico da cui è partito, e non saprebbe come trasformarlo, se non introducendo delle ipotesi gratuite e perciò illusorie.

E con questo si sciolse la seduta, seguita poi da animate interessantissime discussioni particolari fra gli scienziati colà convenuti, e che è purtroppo impossibile raccogliere, riordinare e riassumere.

Chi scrive ne ha tratto l'impressione che occorreranno ancora parecchi anni prima che la generalità delle menti colte (ora avvezze ad altre vie) si adatti alla sostanza della nuova Teoria, e che dal canto suo la Teoria trovi la forma più adatta alle menti. Pure col tempo ci si arriverà; non bisogna dimenticare che a penetrare nei cervelli degli studiosi di oggi (e sono sempre una piccola minoranza dell'umanità) la Meccanica Classica ha impiegato tre secoli.

G. Rabbeno.

(¹) Ostico a molti; come se fosse più comodamente concepibile l'infinito euclideo!

(N. d. R).

ILLUMINAZIONE E FOTOMETRIA.

Comportamento dei filamenti di Tungsteno. — *C. J. Smithells* della General Electric Co. di Londra, ha riferito alla riunione di Giugno della Società Faraday, circa i fenomeni che si verificano, ad alta temperatura, nei filamenti di tungsteno.

Stabilito che ci sono due tipi di filamenti, quelli di puro tungsteno e quelli contenenti fino ad 1% di torite o altre terre refrattarie; egli spiega come questa aggiunta influisca sulle variazioni cristalline e sulla vita del filamento; e poi tratta delle reazioni chimiche nelle lampade riempite di gas, specialmente dal punto di vista dell'annerimento. Nel 1913, Langmuir mostrò che l'annerimento si produceva nelle lampade a vuoto per la volatilizzazione del tungsteno, e che poteva essere attenuato riempiendole con gas inerti come azoto o argon, nei quali il filamento è fatto splendere a temperature maggiori che non nel vuoto, cioè a 2500°, anzichè a 2300°, con rendimento di 2 candele per watt, in luogo di 0,8 candele.

Il filamento delle lampade a gas, dette da mezzo watt, è fatto a spirale per ridurne le perdite per convenzione e conduzione, ma esso è sottoposto nei gas a sforzi elevati, sotto pressioni quasi eguali all'atmosferica, ciò che può far rompere i filamenti delle lampade a vuoto se usati in quelle a gas. Prima di ardere, il filamento ha struttura fibrosa ed è duttile; riscaldandosi diviene progressivamente più fragile per la formazione di cristalli e la perdita della duttilità. L'A., facendo ardere una serie di lampade eguali per periodi variabili da frazioni di secondo a parecchie centinaia di ore, ha poi aperto i globi e, sezionando i filamenti, ne ha ritratte fotografie molto interessanti (¹).

Nei filamenti di tungsteno puro, lo sviluppo della grana cresce finchè il diametro dei cristalli eguagli quello del filo, rimanendo inalterato il loro calibro medio, ma le condizioni non sono stabili, e la variazione è continua. La conformazione finale dei cristalli può in qualche caso aversi anche solo in 15' e dopo 600 ore di luce un filamento può avere lo stesso aspetto di uno che abbia funzionato per 20 ore. Ma in generale il filamento si piega e si deforma progressivamente diventando più angoloso e cristallino. I filamenti a grana ruvida sono più fragili di quelli a grana fine. Questo sviluppo della grana è ritardato dalla torite che, probabilmente, isola i cristallini, così da lasciare, dopo 600 ore, la grana sempre fine.

Tuttavia in alcuni casi, come in presenza di fosforo rosso o sodio metallico, (che si introducono per eliminare l'ossigeno dal bulbo), la torite non riesce più ad impedire lo sviluppo della grana grossa e la fragilità; forse quelle sostanze riducono l'ossido refrattario. L'A. ha fatto vari esperimenti in proposito, da cui risulta che si forma effettivamente ossido fosforoso volatile, mentre resta il torio metallico che non ha influenza sulla grana. Questa si modifica perciò come se il tungsteno fosse stato puro; ciò fu provato con la dissoluzione in acido nitrico o fluoridrico, che non dovrebbe attaccare la torite. I vapori di sodio agiscono in misura meno sensibile.

Le lampade da mezzo watt comunemente si anneriscono per deposito di tungsteno, o suo composto, sul vetro. Circa l'influenza delle eventuali impurità, l'A. trovò che l'ossigeno attaccava rapidamente il filamento con formazione di WO_3 giallo, che dà deposito biancastro; con meno ossigeno si ha W_2O_3, che lascia deposito bluastro. L'idrogeno, anche al 10%, non attacca il filamento, il vapor d'acqua invece, ha grande effetto, ed è difficile ad eliminarsi. Nelle lampade a vuoto tale effetto consiste in ciò che l'ossido di tungsteno è formato, volatilizzato e deposto sul bulbo, per esser ridotto di nuovo dall'idrogeno, così che in definitiva si ha un trasporto di tungsteno dal filamento al vetro. Nelle lampade a gas l'effetto è più grave, come ha provato l'A., mediante una lampada a spirale, sostenuta da forti fili di molibdeno, nella quale era del vapor d'acqua. La spirale rimaneva fredda ai lati dei punti di sospensione, e questi tratti scuri, diventavano sempre più grossi. Accanto ad essi, una o due spire brillavano fortemente e, sollecitate dalle spire oscure, finivano col rompersi, ma non nel punto più brillante. Ciò accadeva in pochi minuti. In presenza di minor quantità di vapor d'acqua, sarebbero occorse per ciò centinaia di ore. Secondo l'A. qualche ossido di tungsteno, si forma dalla decomposizione del vapor d'acqua; ed è ridotto di nuovo dall'idrogeno; il tungsteno ridotto è deposto sulle spire fredde, dove è incorporato nei cristalli esistenti e parte dell'ossido è deposto come pellicola bruna sul bulbo.

Il biossido di carbonio attacca la parte più ardente del filamento, formando un ossido bluastro, che può anche contenere carbonio; l'ossido di carbonio ha minore effetto, essendo probabilmente scomposto in CO e C; il filamento finisce col rompersi, press'a poco, come pel vapor d'acqua, ma non nel punto più brillante. Gli idrocarburi hanno un effetto energico, la nafta faceva attorcigliare il filamento intero, che si spezzava, la superficie si convertiva in carburo di tungsteno molto duro che si proiettava dal filamento in cristalli aghiformi. Effetti simili, hanno il metano e la paraffina; il sodio produce cianuro di sodio e forse cianogeno; in presenza di azoto e ossido di carbonio, il filamento resta indifferente.

e. m. a.

(¹) O. SCARPA - Atti dell'A. E. I. - 1912, vol. XVI, pag. 638.

MATERIALI.

Il magnesio, il calcio e il sodio; loro proprietà, fabbricazione e applicazioni. — Da una conferenza del prof. Flusin su questo argomento, la Revue Générale de l'Electricité del 2-7-21 riporta le seguenti notizie.

Il magnesio, il calcio e il sodio si ottengono tutti tre per elettrolisi dai loro composti fusi. Essi sono caratterizzati da una piccola densità, molto minore di quella dell'alluminio, e perciò vengono chiamati metalli leggeri.

L'industria del *magnesio* è rimasta per lungo tempo un monopolio della Germania, la quale, nei giacimenti inesauribili di Stassfurt, possiede il minerale di questo metallo, cioè il cloruro di magnesio; dopo il 1914 la Francia, l'Inghilterra e gli Stati Uniti hanno dovuto intraprendere l'estrazione di questo metallo in vista delle fabbricazioni di guerra. La sua fabbricazione presenta grandi difficoltà dipendenti dalla necessità di impiegare cloruro di magnesio puro e anidro. Queste difficoltà sono state superate durante la guerra dalla Société d'Electrochimie.

Negli ultimi anni le applicazioni fisiche e chimiche del magnesio hanno avuto un grande sviluppo. Esso costituisce da molto tempo la base dei composti illuminanti impiegati in pirotecnica e in fotogra-

fia; grazie al metodo Grignard è diventato un agente importante di sintesi organica ed è impiegato come riduttore per la preparazione di alcuni elementi e specialmente del boro e del silicio. Esso costituisce un agente molto importante in metallurgia per il raffinamento del rame, dell'ottone, dei bronzi, del nichel e dell'alluminio. Esso ha dato ottimi risultati per la disidratazione degli olii e dell'anilina, ed infine entra nella composizione di alcuni esplosivi.

Le applicazioni fisiche del magnesio sono relativamente recenti e assicurano a questo metallo importanti impieghi sia nell'industria elettrica che nella costruzione dei velivoli, dei dirigibili e degli automobili. Si è infatti esperimentato con pieno successo l'impiego di leghe con elevato tenore di magnesio, dotate di costanti meccaniche molto soddisfacenti e di una leggerezza finora senza esempio, poichè la loro densità non supera 1,8.

Una lega Mg-Zn, chiamata *electron* e fabbricata in Germania durante la guerra, ha avuto interessanti applicazioni fisiche. I tedeschi fondano grandi speranze su questa lega, la quale sembra destinata a rappresentare in Germania la parte che ha in Francia l'alluminio.

Il *calcio*, che un tempo costituiva una curiosità di laboratorio, è stato in principio fabbricato in Germania. Questo metallo è caratterizzato da energiche affinità chimiche. Ha trovato finora applicazioni limitate, come riduttore, in chimica minerale e in chimica organica, e come disossidante metallurgico, specialmente sotto forma di leghe. La sua principale applicazione è la fabbricazione dell'idruro di calcio (idrolito) che sviluppo facilmente idrogeno e serve per il gonfiamento degli aerostati in campagna. La lega piombo-calcio si impiega vantaggiosamente come metallo per cuscinetti.

Il *sodio* non ha applicazione per formare leghe; può tuttavia sostituire l'antimonio nel piombo antimonioso. La produzione, relativamente importante, di questo metallo è quasi interamente assorbita da applicazioni di ordine chimico: sintesi dell'indaco e dei cianuri, fabbricazione del perossido di sodio e dei suoi derivati (ossilite, ozono, acqua ossigenata, perborati di sodio, perossidi metallici), tutti corpi che sviluppano facilmente ossigeno.

La Francia, che prima della guerra era tributaria della Germania per questi tre metalli, li fabbrica oggi correntemente.

Nella tabella seguente sono riunite le più interessanti costanti fisiche di questi tre metalli, del rame e dell'alluminio, quali risultano dai più recenti studii.

	Rame	Alluminio	Magnesio	Calcio	Sodio
Densità a 15° C.	8,94	2,79	1,72	1,57	0,972
Punto di fusione	1082°	657°	651°	805°	96°,5
Punto di ebollizione	2300°	1800°	1120°	1700°	880°
Coefficiente di dilatazione lineare $\times 10^{-6}$	16	23	25	?	72
Calore specifico (fra 15° e 100° C.)	0,093	0,217	0,248	0,150	0,308
Conduttività termica (C. G. S.)	0,95	0,48	0,38	?	0,36
Resistività elettrica (a 20° C. in ohm-cm) $\times 10^{-6}$	1,73	2,9	4,5	4,6	4,8
Coefficiente di temperatura $\times 10^{-4}$	39	42	42	36	48
Conduttività elettrica (a 20° C. in mhos-cm) $\times 10^{4}$	57,8	34,5	22,2	21,8	21,1
Sezione di conduttori equivalenti	1	1,67	2,60	2,65	2,74
Peso di conduttori equivalenti	1000	523	500	465	298
Carico di rottura del metallo fuso (kg per mm²)	16	10	14	6	?

Il rapporto fra queste cifre permette di farsi un'idea dell'interesse che presenta la sostituzione dell'alluminio, del magnesio, del calcio o del sodio l'uno all'altro od al rame.

Il sodio è quello che converrebbe maggiormente come conduttore elettrico a causa della sua bassissima densità. Si sono tentate delle prove di impiego di questo genere (con armatura di protezione in ferro) e non è impossibile che esse conducano in avvenire a risultati pratici.

E. C.

NOTIZIE ECONOMICHE, FINANZIARIE, STATISTICHE ecc.

Produzione di materiale elettrico negli S. U. — Il valore della produzione di macchinario e apparecchi elettrici negli Stati Uniti, nel 1919, ammonta a 5 478 milioni di lire (oro) contro 1 941 milioni nel 1914, con l'aumento apparente del 182%. Ma bisogna ricordare che i prezzi unitari nel 1919, furono ben più alti che nel 1914, con « indici » rispettivamente di 161 e 87, quindi la produzione del 1919, sulla base dei prezzi del 1914, sarebbe di 2960 milioni con l'aumento del 52,5%.

Tra i vari prodotti, si nota il grande sviluppo degli apparecchi elettrici di uso domestico, di quelli per radiotelegrafia e delle batterie di accumulatori per automobili; quanto alle locomotive elettriche, la variazione è da 20 milioni nel 1914 a 44 milioni nel 1919. Il numero degli stabilimenti è salito da 1121 a 1483.

e. m. a.

★

Produzione di energia elettrica negli Stati Uniti. — Secondo dati ufficiali, la produzione media di energia elettrica di qualsiasi origine, sviluppata nel 1920 da 3000 impianti di uso pubblico e di potenza installata superiore a 100 kW, è risultata negli S. U. di 120 milioni di kWh al giorno, con un massimo di 124 per la media di gennaio e un minimo di 115 per quella di maggio. In questa produzione le centrali idroelettriche entrano per il 37,5%. In confronto col 1919 l'energia elettrica totale è cresciuta all'incirca del 13% e la proporzione dell'energia idroelettrica non è mutata. Gli aumenti nell'energia termoelettrica sono stati rispettivamente del 6,0, del 18,4 e del 13,6% per quella prodotta a carbone, a olio minerale e a gas, con un aumento medio del 13%. L'aumento corrispondente nel consumo di combustibili è stato invece solo nella misura del 7%, ciò che indica un sensibile progresso nella loro buona utilizzazione. Riportando tutti i consumi a quello del carbone si hanno le cifre 1,436 ed 1,363 che indicano i kilogrammi di carbone bruciati per produrre 1 kWh rispettivamente nel 1919 e nel 1920.

e. m. a.

★

La produzione del rame negli Stati Uniti. — Circa la produzione del rame negli Stati Uniti nel 1920, comparata con quella degli anni precedenti, si hanno i seguenti dati in milioni di tonn.

Anni	1915	1916	1917	1918	1919	1920
Produzione	629	873	854	864	583	548
Consumo rame nuovo	517	669	632	573	414	577
Esportazione	309	355	510	337	234	283
Produzione mondiale	1077	1355	1451	—	1088	—
Prezzo medio per kg. L. (oro)	2,08	2,93	2,25	2,94	2,21	2,19
Valore totale in milioni di lire-oro della sola produzione americana	1311,7	2561,2	2780,5	2545,5	1290	1201,5

e. m. a.

TRAZIONE.

***La strada diretta Milano-Venezia* — Con questo titolo l'Ing. E. Belloni di Milano ha divulgato la seguente nota che ci pare interessante di riprodurre:**

L'appoggio dato dalla Camera di Commercio di Milano alla mia proposta di una strada diretta da Milano a Venezia passante sotto Volta Mantovana, praticamente in orizzontale e rettifilo (242 km dalla P. del Duomo al nuovo porto di Venezia) e con pavimentazione centrale in asfalto adatta ad un traffico importante di merci, offrì l'occasione di provocare l'interessamento e il parere di parecchie fabbriche di gomme, motori a scoppio ed elettrici, veicoli ed accumulatori sul costo della trazione libera.

Ebbi anche la soddisfazione di poter concretare 3 prove attorno all'Arena e nei viali del Parco, dove la pavimentazione è in condizioni prossime a quelle che si otterrebbero con l'asfalto, salvo la durata, e la larghezza permette la circolazione per qualche ora senza fermate.

Della prima prova ebbi già occasione di esporre i risultati nella *Vita Industriale* dell'ottobre 1920. (Treno stradale Gondrand con trattrice a benzina, peso totale 21,2 tonn. Consumo di benzina g. 26,7 per tonn-km di peso totale; sulla strada Milano-Torino g. 76,5).

La seconda venne fatta il 3 agosto u. s. con un autobus della ditta Rognini e Balbo, del peso di 8,6 tonn col carico e con batteria di 40 elementi di 600 ampere-ora, e si ebbe il risultato anche migliore delle previsioni, di 38 watt-ora per tonn-km come lavoro unitario, per la trazione alla velocità di 22 km all'ora. Impiegando una macchina o chassis del medesimo tipo con motori e batteria di potenza quadrupla si possono rimorchiare 5 carri con 25 tonn di carico utile (peso totale 43 tonn); la spesa giornaliera di esercizio risulta come segue al costo attuale dei materiali e della mano d'opera:

Energia elettrica kW-ora 384 a L. 0,25 per kW-ora	L.	96
Manutenzione batteria a 0,90	»	346
Capitale e manutenzione 2 macchine al 15% (una ferma per la carica ogni 120 km)	»	138
Condotta 2 uomini e generali	»	200
Gomme L. 16 000 per 32 000 km	»	120
Totale per 240 km	L.	900
e per tonn. da Venezia a Milano	L.	36

Da Milano a Venezia con sole 8 tonn di carico (traffico in discesa circa 1/3) l'energia, la manutenzione della batteria e le gomme importano circa la metà, la spesa complessiva è di lire 600 e per una tonn L. 75. In media L. 46 per tonn.

La terza prova venne eseguita il 9 settembre con un treno stradale della Moto-meccanica Ing. Pavesi e C. composto di una trattrice a petrolio e 4 rimorchi di 34 tonn. di peso complessivo (23 di carico utile) e si ebbe il consumo di 17 g. di petrolio per tonn-km a 13 km all'ora. Il motore era però di vecchia costruzione e coi nuovi costrutti in serie il consumo si ridurrà a meno di 15 g. per tonn. di peso totale e per km percorso.

Si ha la spesa giornaliera seguente:

Petrolio per 10 ore kg 65, olio, benzina	L. 130
Capitale e manutenzione (due macchine)	» 120
Condotta e generali	» 120
Gomme	» 70
Totale per 120 km	L. 440

e per 1 tonn. da Venezia a Milano lire 880 : 23 = 38.

Il ritorno con sole 8 tonn costa L. 660 e per tonn L. 82. In media lire 50. Si ha il vantaggio di un capitale impiegato molto minore e della maggior libertà di orario e di itinerario. Deducendo la tassa sul petrolio si ha la media di lire 43,50 per tonn.

La tariffa attuale della ferrovia P. V. media della 1ª e 8ª classe col porto a domicilio è lire 140 per tonn da Milano a Mestre o viceversa.

Il traffico probabile sulla strada in progetto si rileva dai medesimi studi che fecero decidere la costruzione del canale navigabile, il quale richiede ben maggiori sacrifici e non ha le altre risorse o servizi a cui si presta la strada, sufficienti per giustificarne da sole la spesa.

Il movimento annuo del porto di Venezia era nel 1911 di tonn. 2 743 000 con un aumento annuo di 100 000 tonn. circa dal 1901. Lo sviluppo del decennio 1911-1921 venne disturbato dagli avvenimenti; ma la città di Venezia e lo Stato decisero di continuare nei provvedimenti escogitati per far fronte ad un movimento annuo di 4 milioni di tonn. che non potrà mancare se troverà la preparazione adatta.

E fra quei provvedimenti il principale è la costruzione del nuovo porto in terraferma pel quale si sono già spesi circa 100 milioni.

Se anche soltanto 1 milione di tonn. annue, comprendendo i passeggeri, e specialmente le merci di maggior valore, troveranno più conveniente la nuova via, si avrà una *minor spesa di 70 milioni all'anno* rispetto al costo del trasporto per ferrovia, con margine sui preventivi.

Se metà della trazione sarà fatta a petrolio, su cui grava il dazio di circa 1 lira per kg, occorrendo in media 8,3 kg per tonn. e per viaggio, l'erario avrà più di 4 milioni all'anno di introito netto.

Anche per il costo della strada, larga 20 m con una zona di 7 m in asfalto, vennero interpellate le amministrazioni delle Provincie attraversate e si ebbe la media di L. 215 000 per km per le strade di 10 m in costruzione. Un mio studio di massima arriva a 85 milioni o lire 353 000 per km.

La spesa di manutenzione dell'asfalto è minima. Però per prudenza amministrativa bisognerà dopo 25 anni stabilire una quota annua di L. 1000 per km per la rinnovazione del manto d'asfalto il cui materiale si può riutilizzare.

Per provvedere alla spesa di costruzione, l'ente a cui verrà affidato il lavoro coll'appoggio del consorzio delle provincie e dei comuni, da costituire in base alla legge 20 marzo 1865, ed al quale resterà poi la giurisdizione per la proprietà e la conservazione, applicherà la tassa di passaggio concessa dalla legge medesima, però solo per il tempo occorrente a rimborsare il capitale speso, un paio d'anni o più, se non si vorrà favorire troppo gli utenti degli anni successivi.

L'esazione della tassa si farà per circa 9/10 in abbonamento presso le ditte esercenti trasporti di merci o persone, che avranno una targa speciale. Alle vetture occasionali verrà consegnata una targa mobile di colore alternato ogni giorno, contro deposito e tassa secondo la portata del veicolo: ad es. L. 30 per tonn. o 4 persone se la durata del pedaggio è di 3 anni.

Il controllo non sarà difficile con qualche agente circolante o cogli stessi conduttori delle 64 corse giornaliere di autobus (ogni mezz'ora in ciascun senso), o colla cooperazione dei Sindaci che avranno il trasporto gratuito.

Oltre a Venezia e Milano la nuova arteria sarà di grande beneficio per tutta la zona attraversata, distando essa egualmente dalla strada veneta per Brescia e Verona e da quella per Cremona e Mantova. Sono interessate 8 provincie e 77 comuni di cui soli 18 con stazioni ferroviarie su 6 linee trasversali e una sola fra i capolinea.

Ed oltre ai vantaggi commerciali tutta la zona godrà di quelli di ordine civile per le facilitate comunicazioni coi maggiori centri, alle scuole, agli ospedali, agli uffici pubblici; per i soccorsi in caso di incendi, innondazioni, rovine; per i servizi di posta, telefono e distribuzione di energia elettrica.

La sede stradale si presterà all'impianto delle condutture principali per l'energia del Trentino e del Piave, e di tubazioni sotterranee; ad es. una di 10 cm. in ferro per il trasporto del petrolio e della benzina dai grandi depositi del nuovo porto, una di 40 cm. per il carbone sospeso o flottante nell'acqua, con grande risparmio di materiale mobile e personale.

★

Come sia diventata possibile la concorrenza della trazione libera alla ferrovia e alla via d'acqua, si spiega con una considerazione d'indole generale.

Colla mercede giornaliera di 2 o 3 lire, si poteva un tempo largheggiare nell'impiego di personale in ogni industria o lavoro, anche se la prestazione o fatica si riduceva a 1 o 2 ore su 10 o 12. Un'amministrazione seria non avrebbe esitato a impiegare 4 o 5 uomini, dove era possibile, in sostituzione di un ingegnere o di una spesa capitale di 100 000 lire.

Oggi un laureato costa meno di un bracciante e l'interesse di 100 000 lire è appena sufficiente per pagare un garzone. Ne deriva una rivoluzione completa nell'impiego della prestazione personale e le conseguenze più evidenti e pronte si riscontrano nell'industria dei trasporti, in cui l'iniziativa dell'individuo è il fattore più importante.

La condotta dei lenti convogli fluviali, la manovra delle conche, come quella degli scambi e dei segnali ferroviari, richiede l'assistenza personale continua e passiva per lunghe ore, mentre il medesimo lavoro, se potesse compiersi di seguito, verrebbe eseguito in pochi istanti.

S'aggiunga la necessità dei trasbordi, non essendo possibile, di regola, portare le merci a destinazione sui medesimi veicoli che servono sull'acqua o sulle rotaie.

Non resta che cambiar sistema ed applicare quei mezzi che permettono di accumulare la prestazione personale attiva, come si accumula l'energia nei serbatoi idraulici o negli accumulatori elettrici. Questi mezzi sono la pavimentazione in asfalto, la quale costa all'incirca come il binario, ma non richiede come questo la continua sorveglianza e le intermittenti manovre; i cerchioni di gomma sulle ruote motrici per assicurare l'aderenza, e sulle altre ruote per ammortire le vibrazioni del materiale e del carico; e il frazionamento delle unità mobili, per esigenze di trazione, ma ancor più perchè sostituisce senza spesa apprezzabile l'attività delle singole imprese di trasporti al lavoro complicato e costoso degli uffici del Movimento e del Traffico.

La trazione libera consuma bensì una maggiore quantità di forza motrice e di materie, ma permette una utilizzazione assai migliore della prestazione personale. Un uomo in condizioni normali di robustezza fisica e di intelligenza, dopo pochi giorni di tirocinio può condurre un treno stradale ad accumulatori da mattina a sera, cioè per 240 km; 200 treni porteranno, colla media di 16 tonn. nei 2 sensi, 3200 tonn. al giorno, 1 milione di tonn. all'anno per 240 km con 450 agenti, esagerando. Per le ferrovie di Stato occorrono in media 15 agenti per km ossia per 240 km, 3600. Questi troveranno invece occupazione nelle singole industrie sussidiarie dei trasporti, dando un prodotto di valore reale ben superiore, in ragione del maggior rendimento della loro prestazione; e se la quantità dei prodotti sarà superiore ai bisogni del paese e delle altre industrie che consumano gomma, macchine, accumulatori, se ne farà l'esportazione in cambio di altre ricchezze.

★

I punti sui quali deve maggiormente fissarsi l'attenzione degli interessati alla nuova comunicazione fra Milano e Venezia sono:

1. Dal dicembre 1920 le tariffe ferroviarie sono salite al quadruplo di quelle del 1914 e di fronte alla perdita di un miliardo nell'esercizio testè chiuso, è vano sperare diminuzioni per parecchi anni, derivando la maggior spesa d'esercizio dalla riduzione degli orari di lavoro e dall'aumento del costo dei materiali.

2. Il costo del petrolio e della benzina è sceso alla metà di quello dello scorso anno.

3. Recentissimi perfezionamenti costruttivi hanno resa pratica la sostituzione del petrolio alla benzina e dimezzato ancora il costo del combustibile nei trasporti con autocarri e treni stradali a lunghe percorrenze. Così pure la pratica di un biennio nell'esercizio dei furgoni postali e degli omnibus d'albergo con trazione elettrica ad accumulatori ha distrutte le apprensioni contro questo sistema e fatta decidere un'altra applicazione importante, quella degli autobus in città, che a maggior ragione (cioè per il risparmio di molti anzichè di pochi km di binario) si estenderà sulle strade provinciali ben mantenute. Si avrà così il concorso tecnico ed industriale dei due sistemi nei servizi di trasporti.

4. Compiono ora 22 anni dalla prima pavimentazione stradale in asfalto a Milano, e 16 anni da quella di via Palermo sulla quale passa un carreggio dei più intensi, quasi 1 milione di tonn. all'anno, colla spesa di manutenzione di circa 300 lire nei 16 anni. La trazione sull'asfalto richiede forza motrice e consumo di gomme e di macchine inferiore alla metà di quella richiesta sulle strade ordinarie in media nelle varie stagioni.

5. L'aumento nella retribuzione della mano d'opera e la riduzione degli orari di lavoro saranno vantaggi fittizi e passeggeri, se la prestazione personale non verrà impiegata razionalmente a preparare gli attrezzi occorrenti all'esercizio dei trasporti senza rotaie, per adoperarli solo al momento ed a misura del bisogno.

6. Una larga zona nella valle del Po, popolosa e laboriosa, trovasi assolutamente priva di comunicazioni nel senso della lunghezza, 240 km che separa il maggior centro dal mare. In altri tempi si sarebbe progettata una ferrovia la cui utilità poteva ampiamente dimostrarsi. Per fortuna, o per essere tale linea discosta dai capoluoghi di provincia ai quali di regola fanno capo gli interessi locali, nessuno pensò mai a metterla in valore. Oggi le popolazioni domandano a doppia ragione, che cessi l'abbandono in cui vennero lasciate per tanti anni, e tanto più perchè, col progresso della tecnica dei trasporti, si possono oggidì ottenere i medesimi vantaggi della ferrovia con mezzi più semplici e sacrifici assai minori, anzi senza alcun concorso dello Stato all'infuori dell'appoggio legale e della garanzia momentanea per facilitare il finanziamento.

7. Ogni giorno che passa sono 200 000 lire che svaniscono con danno di tutti.

Ing. EMILIO BELLONI.

Non si può negare che molte delle argomentazioni dell'Ing. Belloni appaiono persuasive, e pensiamo che un po' di discussione su di esse potrebbe riuscire interessante.

(N. d. R.).

VARIE.

Precauzione nell'uso dei raggi X e del radio. (Engineering 1-7-21). — Nel rapporto preliminare pubblicato recentemente dal X-Ray and Radium Protection Committee, sono contenute alcune utili raccomandazioni circa la sistemazione, la ventilazione e il maneggio degli apparecchi per l'impiego dei raggi X e del radio. Il rapporto stabilisce esplicitamente che adottando le opportune provvidenze e seguendo le norme prescritte si può evitare ogni pericolo inerente all'uso dei raggi X e del radio. Parlando degli effetti sull'operatore, il rapporto distingue fra i danni visibili dei tessuti superficiali e i disturbi ad organi interni e le alterazioni del sangue, spesso non riconosciuti nelle loro prime manifestazioni. Gli apparecchi in generale devono essere racchiusi per quanto possibile con materiale di protezione equivalente ad almeno 2 mm. di piombo. Gli schermi fluorescenti devono essere muniti di vetro al piombo equivalente ad almeno 1 mm di piombo; difficoltà pratiche si oppongono a esigenze più rigorose in questo caso come in alcuni altri. Uno schermo mobile di 2 mm di piombo o ad esso equivalente deve essere interposto fra l'operatore e la scatola dei raggi X; per i guanti di piombo e gomma, preferibilmente foderati di cuoio, occorre almeno mezzo millimetro di piombo. L'uso dello schermo deve essere più rapido possibile. E' da sconsigliare il lavoro in locali angusti; questi devono in ogni modo essere ventilati con un ventilatore elettrico comandato dall'esterno. Per la terapia profonda con più di 100 000 Volt, occorrono custodie di 3 mm di piombo, cabine separate per l'operatore e sale ampie, alte, bene ventilate e bene illuminate; le stesse condizioni sono consigliabili anche per lavoro industriale con potenziali meno elevati. E' da sconsigliare il lavoro in locali sotterranei, e si deve curare in modo speciale una buona ventilazione poichè le scariche corona producono ozono e vapori nitrosi. Le camere oscure devono essere accessibili al sole e all'aria quando non sono in uso. Per quanto riguarda la sistemazione valgono le norme seguenti: i pavimenti di cemento devono essere coperti di legno, sughero o gomma; i conduttori nudi devono essere sostituiti con solidi tubi metallici o con conduttori fortemente isolati; i conduttori volanti devono essere evitati; tutte le parti metalliche devono essere messe a terra in modo sicuro; non si devono ammettere connessioni inattive a generatori ad alta tensione; si devono impiegare interruttori bipolari (non unipolari). Alcune regole speciali riguardano l'uso del radio e delle sue emanazioni.

E. C.

:: LIBRI E PUBBLICAZIONI ::

Ing. MARIO BRIGIUTI. — *Memorandum per l'ingegnere industriale.*

E' una raccolta di formule e tabelle di uso strettamente corrente, che facilitano la risoluzione di problemi elettrotecnici, per quanto si attiene alla produzione di energia elettrica (centrali idro e termoelettriche) al suo trasporto ed alla sua utilizzazione.

Due brevi parti aggiuntive, l'una riguardante le normali applicazioni idrauliche, e l'altra sulle motrici termiche, a vapore, a gas, a olii pesanti, ecc. compendiano la prima parte, sempre rivolte a quanto riguarda la produzione di energia.

Questo Manuale ha forma semplice e sufficientemente chiara e può rendersi utile oltre che a Capi tecnici ed Elettricisti, talvolta anche ad Ingegneri, specialmente nei casi in cui occorra rapidamente disporre di dati di grande massima. In così piccolo numero di pagine non è possibile richiedere un'esauriente trattazione della vastissima materia, che risulta quindi appena avvicinata. E' però da considerarsi come un buon tentativo che, incoraggiato ed esteso potrebbe condurre ad un manuale veramente utile nei casi pratici.

★

LESLIE ATCHISON — *Engineering Steels* - (Londra - 1921 - Macdonald & Evans; 29 Essex Street, W. C. 2 — Un volume in 8° di pag. 396, con 116 figure; scellini 25, rilegato in tela.

Questo volume è il primo di una collezione alla quale l'editore ha dato il nome suggestivo «The reconstructive technical series», intendendo si tratti di lavori capaci di mettere al corrente gli ingegneri con i nuovi orientamenti assunti dai varii rami della tecnica e i progressi fatti durante gli ultimi anni, essenzialmente a causa del formidabile stimolo costituito dalla guerra.

L'A. non ha dunque inteso di riprendere nella sua interezza il grosso problema della fabbricazione, della lavorazione e dell'uso dell'acciaio; ma ha voluto più specialmente trattare quelle parti, e sono molte, nelle quali c'era qualche cosa di nuovo e di interessante da dire. Sono così notevoli, anche per la competenza e la pratica che l'A. mette a disposizione del lettore, i capitoli sopra i trattamenti termici degli acciai, sopra le prove meccaniche, assolutamente indispensabili oggi che si richiedono così spesso all'acciaio particolari proprietà, e sopra gli acciai speciali, la cui importanza è diventata eccezionale in seguito allo sviluppo delle costruzioni automobilistiche ed aeronautiche.

Numerose figure e riuscitissime microfotografie aumentano il pregio di questo volume, veramente interessante in sè e come indizio dello sforzo che gli altri Paesi stanno facendo per completare, affinare e modernizzare la coltura tecnica dei loro ingegneri; e non vogliamo tralasciare di aggiungere che si tratta d'un volume edito con un lusso tipografico del quale in Italia, purtroppo, non c'è più che un ricordo, grazie ai prezzi proibitivi ai quali è giunta la carta, la mano d'opera ed il resto.

★

GASTONE CAVALIERI — *Ingranaggi* — (Milano - U. Hoepli, 1921 - Collezione dei «Manuali» — Un volume in 16°, di pag. 288, con 74 figure e numerosissime tabelle - L. 18,50.

Sono ben rari i meccanismi, di qualunque genere essi siano, o le macchine vere e proprie, nelle quali non entri la ruota dentata come elemento essenziale, o per costruire le quali non sia stato necessario qualche calcolo, più o meno complesso, di imboccamenti. Questo giustifica la grande importanza che si dà in officina e nell'insegnamento a tutto ciò che riguarda gli ingranaggi e la molteplicità di pubblicazioni speciali che vi si riferiscono.

Il presente volumetto del Cavalieri (Direttore tecnico delle Officine S. A. F. I. M. di Firenze), che fa parte della notissima serie dei «*Manuali Hoepli*», se è l'ultimo in ordine di tempo fra le pubblicazioni più o meno affini, è però sicuramente fra le più utili. L'A. si indirizza essenzialmente al costruttore di ingranaggi e gli offre la trattazione pratica di un notevole numero di problemi — qualcuno dei quali non figura nei libri del genere — relativi alla sua professione; trattazione scevra bensì, quasi sempre, da ogni richiamo teorico ma generalmente chiara, precisa, condotta sino in fondo, e illustrata da buone figure da officina.

Un gran numero di tabelle condensa i risultati di calcoli sistematici relativi ai casi più importanti ed accresce l'utilità di questo manualetto che l'A. si propone, opportunamente, di completare ed ampliare nelle prossime edizioni.

★

IRON AND STEEL IN SWEDEN. — Edited and publisher under control of and in cooperation with *Jernkontoret* by *Aktiebolaget Svenska Teknologföreningens Förlag* — (Stockholm, Sweden — Un volume in 8°, di pag. 200 circa, con 160 figure; senza indicazione nè di data, nè di prezzo).

«*Iron and Steel in Sweden*» *has been published* — così è detto nella prefazione — *for the purpose of supplying purchasers abroad with clear, easily accessible and correct information respecting the varions products manufactured and exported by Svedish Iron and Steel Works.* Si tratta, dunque, d'un libro che si propone di fare conoscere all'estero l'industria siderurgica svedese, d'un libro di *réclame;* ma di réclame signorile, ben fatta. E' uno di quei libri che un italiano non può scorrere senza una certa malinconia, al pensiero delle difficoltà reali nelle quali si dibatte l'industria nazionale ed alle rare manifestazioni, spesso ingenue e poco efficaci, talvolta persino rozze, con le quali l'industria italiana procura di farsi conoscere non diciamo all'estero, ma nel nostro stesso Paese!

PUBBLICAZIONI RICEVUTE

Annuaire du Commerce italo-français (con due carte geografiche colorate) edito dalla «Chambre de Commerce italienne de Paris - 23, Rue Saint Lazare» — Volume di 403 pagine; prezzo Lire italiane 25.

HARRY SCHMIDT. — *La teoria di relatività dell'Einstein.* Esposizione elementare alla portata di tutti. Edizione italiana autorizzata, per cura di T. Bembo e R. Contu. - Manuale Hoepli - Milano, 1921. — Prezzo L. 8,50.

V. BERNARDONI - P. ROTA. — *Prontuario delle tasse di recente istituzione. Guida commerciale industriale della produzione italiana. Guida dei distretti postali di Milano. Note varie.* — Editori: L. Bernardoni e figlio - Milano - Via Messina, 16. — Prezzo L. 12 (con diritto alla iscrizione gratuita in carattere marcato).

British Standard specification for steam turbines for electrical plant. Pubblicato a cura della British Engineering Standards Association - Londra - Ottobre 1920. — Prezzo 1 S/ netto.

I Soci vitalizî o perpetui sono i più benemeriti della Associazione. .. ..

VOL. VIII (XXV degli Atti) · 15 Novembre 1921 N. 31

L'ELETTROTECNICA

GIORNALE ED ATTI DELLA

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

REDAZIONE ED AMMINISTRAZIONE: VIA SAN PAOLO, 10 - MILANO - TELEFONO N. 20-86

REDATTORE CAPO: A. BARBAGELATA - REDATTORI: U. BORDONI - M. SEMENZA - G. VALLAURI

È GRADITA LA COLLABORAZIONE DEI LETTORI - GLI ARTICOLI DI INTERESSE GENERALE ACCETTATI DALLA REDAZIONE SONO COMPENSATI

GLI SCRITTI DEI SINGOLI AUTORI NON IMPEGNANO LA REDAZIONE E QUELLI DELLA REDAZIONE NON IMPEGNANO L'A. E. I.

I MANOSCRITTI NON SI RESTITUISCONO

America ed Europa.

Pubblichiamo oggi la bella conferenza nella quale l'Ing. GUIDO SEMENZA riferì, a Palermo, alcune impressioni riportate nel suo recente viaggio negli Stati Uniti. E' innegabile che tutto quanto si riferisce alla civiltà in genere, ma sopratutto alla tecnica Nord-Americana, esercita su molti di noi un'attrattiva, un fascino singolare, che spinge spesso ad essere ingiusti e misconoscenti verso la tecnica Europea e fa sorgere, per naturale reazione, qualche sistematico denigratore di quanto viene d'oltre mare. In realtà non si tratta affatto di affrontare un insolubile problema di superiorità fra tecnica americana e tecnica europea, che hanno, l'una e l'altra, pregi e difetti indiscutibili; ma è lecito affermare che esse sono ancora nettamente diverse e tale diversità giustifica pienamente il reciproco desiderio di conoscersi sempre più a fondo. Diversità le cui ragioni fondamentali risiedono essenzialmente da un lato nella assai minor densità media della popolazione, che si traduce, per gli americani, in una notevole maggior ricchezza media in fatto di risorse naturali; dall'altro nella mancanza di un passato di così tanti secoli di storia che grava invece su di noi, per atavismo, con l'oscura forza delle tradizioni. Fatti e considerazioni non nuove nè peregrine; ma che ci pare utile tener sempre presenti anche quando si voglia considerare il modo con cui viene affrontato e risolto un particolare problema industriale. E' in virtù della grande ricchezza che in America si trova naturale di abbandonare o demolire impianti ancora recenti per sostituirli con altri poco più moderni ma che consentano un anche lieve risparmio nelle spese di esercizio; è per il peso, spesso inavvertito, delle tradizioni, che da noi, nuove idee razionali, ardite ma sane iniziative, incontrano spesso tante resistenze passive e solo lentamente, troppo lentamente, riescono ad imporsi.

Moltissimi sono i punti della conferenza Semenza che ci piacerebbe qui rilevare, dal trionfo dell'automatismo alle condotte forzate in legno, dalla lotta fra i sistemi di trazione, all'uso razionale dei relais; ma preferiamo rinviare il lettore al testo. Accenneremo solo, mentre passioni politiche e smanie inconsulte di popolarità, spingono sempre più la vecchia Europa sulla pericolosa via delle statizzazioni e delle municipalizzazioni, alla direttiva nettamente contraria che sempre meglio si afferma negli Stati Uniti, dove la cattiva prova della semistatizzazione delle ferrovie durante la guerra, ha finito di sgominare quella minoranza che anche laggiù avrebbe voluto seguire gli esempi del nostro vecchio mondo.

Telefonia ad alta frequenza.

Siamo lieti di pubblicare alcune notizie che l'Ing. GIORGI ha voluto comunicarci riguardo alle comunicazioni fra centrali elettriche ottenute mediante correnti ad alta frequenza guidate dalle ordinarie linee di trasmissione. Si tratta di un argomento assai interessante, specialmente trattato in America ed in Germania e di cui anche noi abbiamo avuto occasione di occuparci [1]; ma i dispositivi di cui il Giorgi fa cenno sono di origine prettamente italiana e meritano tutta la nostra attenzione, perchè hanno già dato luogo a prove pratiche conclusive su tratti non brevi di importanti linee elettriche di trasporto.

Indice bibliografico.

Viene distribuito in questi giorni a coloro che ne fecero richiesta in tempo utile, il secondo volumetto semestrale dell'Indice bibliografico 1920. Abbiamo già parlato più volte delle cause del notevole ritardo dell'utile pubblicazione. La preparazione dell'Indice 1921 procede alacremente e nutriamo viva speranza di poter con esso, ricuperare una notevole parte del ritardo.

LA REDAZIONE.

[1] *L'Elettrotecnica*, 15 aprile 1921, vol. VIII, n. 11, pag. 250.

DI ALCUNE PARTICOLARITA' DELL'INDUSTRIA ELETTRICA NEGLI STATI UNITI D'AMERICA

GUIDO SEMENZA

Comunicazione alla XXVI Riunione Annuale dell'A. E. I. Palermo, Ottobre 1921

1 — Questa mia comunicazione non vuole avere il carattere di una rivista più o meno completa delle industrie elettriche negli Stati Uniti d'America, o di una narrazione ordinata delle svariate cose interessanti che uno ha avuto agio di vedere durante un viaggio in quelle contrade: sarà invece un tentativo di illustrare alcune cose, che mi hanno particolarmente colpito o come poco note e poco applicate da noi, o come progressi che sarebbe utile poter trapiantare nella nostra pratica.

Confido che in quanto sto per dire non troverete nè uno spirito di lode e d'ammirazione incondizionati per quello che si fa oltre oceano, nè uno spirito di depressione per quello che si fa qui: anzi ci tengo a dichiarare che gli impianti nostri non solo non sfigurano in confronto di quelli, ma in parecchie cose sono ad essi superiori, ciò che del resto viene lealmente riconosciuto dai più intelligenti elettricisti americani.

Nella mia esposizione esaminerò dapprima le ragioni del rapido progresso di quel paese nell'arte nostra, quindi quali le cause delle differenze che vi si possono riscontrare colla pratica Europea e quali infine le conseguenze maggiori di tali cause.

2 — E' un fatto innegabile che in questi ultimi tempi gli Stati Uniti d'America sono alla testa del movimento elettrotecnico.

I più attribuiscono questa superiorità alla grande ricchezza degli Americani e questa è certamente una ragione fondamentale del fatto; ma non certo l'unica, perchè non basta la ricchezza del paese a giustificare lo sviluppo di una data attività, bisogna che la ricchezza venga ad essa dedicata e che chi riceve i mezzi ne sappia profittare.

Senza che la maggioranza degli Americani sia specialmente erudita, il loro senso pratico li ha da tempo persuasi della necessità dell'intervento della scienza nelle industrie; perciò gli industriali e i governi sono larghi nel fondare scuole, nel creare laboratori, nell'assistere con ogni mezzo chi vuol studiare.

E le fabbriche stesse destinano mezzi spesso ingenti per i propri laboratori di ricerca e di prova.

La massima espressione in questo campo è raggiunta dal laboratorio che la Western Electric Co. e la American Telegraph & Telephone Co. hanno creato a New York. Questo laboratorio occupa un grande fabbricato di 13 piani e vi lavorano in totale 3000 persone. Una parte è dedicata allo studio dei materiali isolanti e metallici, un'altra al perfezionamento degli apparecchi, un'altra, e la maggiore, a ricerche relative a problemi di attualità, come la telefonia a grande distanza, la radiotelegrafia, la telefonia automatica. Infine, girando per quel vasto fabbricato, nel quale chiunque ha lo spirito ricercatore prova le più grandi invidie, si assiste a prove embrionali di cose nuove, che stanno divenendo e che potranno essere forse il principio di grandi rivoluzioni tecniche.

Gli americani nel loro spirito pratico scindono l'essenza dell'invenzione in tre parti: l'invenzione, la ricerca, e l'applicazione. L'inventore è colui che ha l'idea nuova. Il ricercatore è colui che la studia e ne determina le leggi e l'elemento quantitativo. L'applicatore è l'ingegnere. E questa tripartizione dell'invenzione, che si pratica effettivamente in molti casi, porta a risultati ottimi: perchè spesso le invenzioni tardano a farsi strada perchè l'inventore non è nè ricercatore nè ingegnere.

Il laboratorio della Western che ho descritto, la fabbrica sua, che occupa 27 000 fra operai ed impiegati, e le altre fabbriche affini, quali la Strowger e la Kellog, rappresentano veramente il cervello della telefonia mondiale. E' là che sono nate le idee più geniali, è là che sono state sviluppate. Ed in America si apprezza davvero che cosa sia un buon servizio telefonico tanto urbano che intercomunale. I telefoni automatici sono stati per molto tempo avversati dalle Società Telefoniche perchè i loro impianti manuali erano ottimi e non v'era forse ragione di modificarli: oggi le idee sono cambiate e l'introduzione dell'automatico va diventando generale. Le officine telefoniche di costruzione sono le sole che lavorino in pieno.

Le grandi fabbriche elettriche, oltre ad una serie di sale di prova specializzate e distribuite per l'officina, hanno anch'esse un grande laboratorio di ricerche.

Nello stesso ordine d'idee e per la convinzione che la scienza è necessaria quanto la pratica, i migliori intelletti sono chiamati a collaborare nei problemi dell'industria. (E poichè parlo di intelletti mi è grato ricordare il successo ottenuto da colleghi nostri italiani negli Stati Uniti fra i quali citerò il Faccoli, il Torchio, il Pantaleoni). La Southern California Edison Co. per esempio ha fornito all'Università di California larghi mezzi perchè il Prof. Ryan potesse montare un laboratorio di esperienze ad altissime tensioni e ciò in relazione al progetto di impiegare sulle sue linee la tensione di 220 000 volt, di cui parleremo in seguito.

3 — Una seconda caratteristica dell'Americano è il riconoscimento della propria incompetenza, quando uno debba uscire dal proprio campo per invadere l'altrui. Edison, ad un francese che gli domandava come poteva cavarsela in molte cose non sapendo le matematiche, rispondeva che quando non sapeva risolvere un'equazione mandava a prendere uno che lo sapesse fare, e di ciò non si vergognava affatto. Così avviene che nello studiare un problema, si riesce a trarre partito di quanto ciascuno sa nella sua particolare materia.

Affine a questo è lo spirito di collaborazione che si incontra al massimo grado fra i tecnici. Non voglio fare una lode agli Americani se, lungi dal tener nascosti i risultati degli studi che stanno facendo, ne discutono in ogni occasione, nè biasimare noi se teniam nascosto ogni nostro pensiero per tema che ci si derubi delle nostre trovate: noi siamo milioni di uomini su una piccola terra, senza ricchezze naturali, essi sono pochi su una terra sterminata, con ricchezze senza fine. Ma il fatto esiste ed ha una grandissima importanza.

A Salt Lake City ho avuto occasione di assistere ad una riunione della A. I. E. E., nella quale si è discusso a fondo delle nuove linee a 220 000 volt, e fui meravigliato come essendo le cose ancora in corso di preparazione, tutti, i costruttori in particolare, ne parlassero così apertamente e con tanta copia di dettagli, senza la preoccupazione della presenza dei concorrenti.

4 — E poichè ho accennato alla consorella Americana, mi soffermerò a darvene qualche cenno.

Vi sono negli Stati Uniti, come da noi, due Associazioni, la A. I. E. E., che corrisponde a questa nostra, la N. E. L. A. che corrisponde alla A. E. I. E.

L'avere l'A. I. E. E. 12 400 soci, l'aver ricevuto da Carnegie il dono di una bella sede, come pure la potenza finanziaria delle Società che formano la N. E. L. A. non sono sufficienti a giustificare l'importanza dei lavori che le due Associazioni compiono. Questi lavori consistono infatti più che tutto in lavori di Commissioni e rappresentano in generale raccolte preziosissime di dati e di studi di grande portata. Ad ogni riunione annuale i Rapporti della N. E. L. A. costituiscono un pacco di volumi contenenti disegni, fotografie, documenti, risposte a questionari, ecc.

Certamente questo lavoro è facilitato dall'opera dei segretari e del personale stipendiato dell'Associazione, ma non è meno certo che i soci formanti le Commissioni dedicano molto seriamente e molto assiduamente l'opera loro ai lavori, considerando quasi una questione di coscienza l'assolvere delle funzioni che hanno volontariamente accettate. Ma non insistiamo troppo su questo punto.

5 — Dicevo che alla riunione di Salt Lake City si è discusso molto sulle linee ad altissime tensioni: vale la pena di discuterne un po' anche in questa sede.

La trasmissione di energia fra l'officina di Big Creek e Los Angelos su una distanza di 390 km alla tensione di 150 000 volt è ormai abbastanza nota. Ho avuto occasione di visitare la linea alle sue estremità e lungo il percorso, di parlare con ingegneri, operai e utenti e mi sono fatto la convinzione che il funzionamento è regolare quanto quello delle linee a tensioni molto più modeste. E' vero che la regione traversata ha un clima assai favorevole alle trasmissioni elettriche, specialmente perchè i temporali vi sono assai rari: tuttavia non mancano sovratensioni di origine interna e anche di origine ancora non spiegate, ma non danno noie eccessive. Sembra infatti ormai stabilito che le linee ad altissima tensione siano, pel fatto stesso del loro alto isolamento, immunizzate contro le scariche o meglio contro i fenomeni a cui queste danno luogo. Infatti recenti esperienze del Peek mostrano che la tensione della maggior parte dei fenomeni indotti nelle linee è di ordine piuttosto basso e che soltanto eccezionalmente si osservano tensioni superiori ai 40 000 V. o 50 000 V. In secondo luogo il fenomeno di corona scarica nell'atmosfera gli eccessi di tensione. Infine i corti circuiti di linea non sono mai disastrosi a tensioni così alte, data la esiguità delle correnti e gli alti valori delle impedenze dei circuiti.

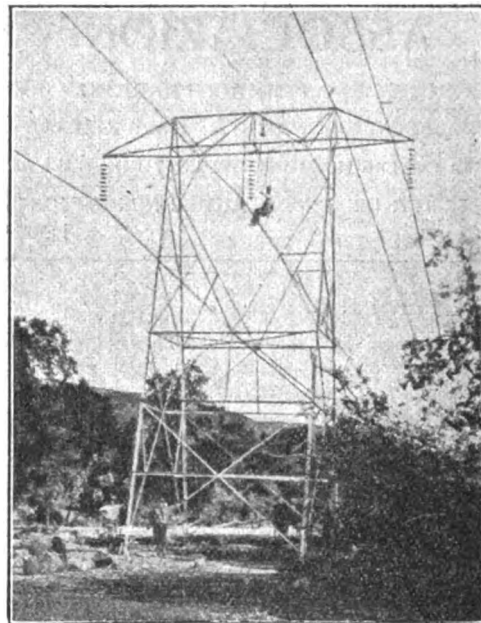



Fig. 1. — Linea a 150 000 V. - Impianti del Big Creek.

E la Società esercente questa linea, trovandosi a dover aumentare la potenza da convogliare dalle sue nuove centrali ai luoghi di consumo, si è posta il problema di scegliere fra la costruzione di una seconda linea e l'aumento di tensione dell'esistente. Tanto per porre i termini del problema dirò che la potenza massima che la linea attuale può portare sale a 300 000 kW, mentre i nuovi impianti idroelettrici in costruzione nella Sierra Nevada la aumenteranno a 640 000 kW.

Il problema venne sottoposto alle Case costruttrici, alle Fabbriche di isolatori, a ingegneri consulenti, al Prof. Ryan dell'Università di California, al cui laboratorio, come ho detto, la Southern Edison Co. fornì i mezzi pecuniari per le esperienze del caso. Il lato più difficile del problema stava nel far stare nelle dimensioni attuali del supporto gli isolatori per una maggior tensione. Ora tutti quelli che studiarono il problema sono venuti alla conclusione concorde che era possibile, con acconcie disposizioni, aumentare la tensione della linea a 220 000 V conservando lo stesso numero di elementi di isolatore e precisamente 9 per i pali normali e 11 per gli ammarraggi.

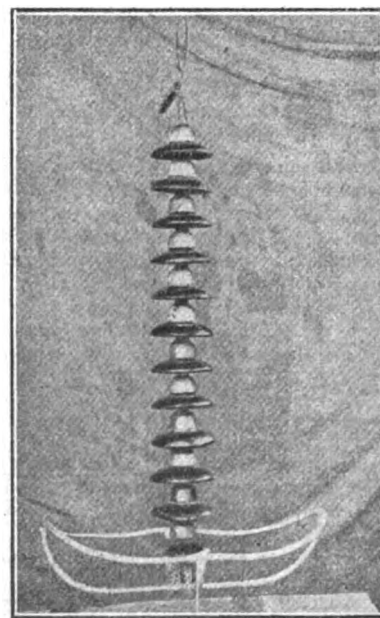



Fig. 2. — Catena di isolatori sospesi coll'anello egualizzatore.

Le ricerche esperimentali portarono infatti a concludere che, se per i 150 000 volt erano necessari tanti elementi, era perchè la distribuzione del potenziale lungo la catena non era uniforme ed i primi elementi, prossimi al conduttore, sopportavano una porzione esagerata della tensione. Furono perciò esperimentati diversi mezzi per egualizzare il gradiente e si finì per prescegliere l'anello collegato al conduttore e circondante il più basso degli isolatori.

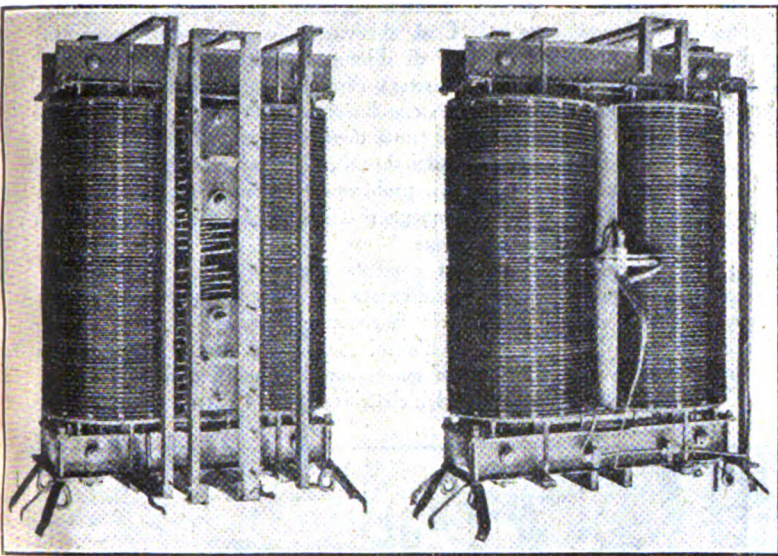



Fig. 3. — Il trasformatore a 220 000 V.

Risolta così la questione pregiudiziale le Case costruttrici si diedero allo studio del trasformatore e dell'interruttore e oggi i primi di questi apparecchi saranno con tutta probabilità in esercizio.

I trasformatori sono monofasi, collegati a stella col centro a terra. Apparentemente nulla di speciale si osserva in questi elementi destinati a tensioni così alte: nel fatto vi è qualche novità importante. Lo schema di avvolgimento ad alta tensione è nuovo, in quanto è formato da due parti in parallelo: il capo destinato alla linea viene al centro della colonna, mentre i due capi estremi sono collegati alla cassa, alla carcassa e a terra. Si viene così a portare le spire a potenziale più elevato nella parte centrale della cassa dove è più facile mantenere distanze sufficenti colle parti metalliche collegate a terra. Inoltre, per avere solo due circuiti in parallelo, i conduttori passano successivamente da un montante all'altro del nucleo, formando delle grandi spire che comprendono ambedue i montanti.

Ma l'elemento più difficile è senza dubbio l'isolatore passante fra l'interno e l'esterno della cassa, tanto più che questi trasformatori, come pure gli interruttori, sono destinati a servizio all'aperto. Questi passanti hanno attratto i maggiori studi, giacchè negli impianti ad altissime tensioni, sono l'elemento che ha dato le maggiori noie.

La fig. 4 mostra alcuni passanti della G. E. C.: il principio è di separare l'isolamento per perforazione da quello per conduzioni e distruzione esterna: il primo è assicurato da tubi di micarta riempiti d'olio, il secondo dalla porcellana esterna. Sono poi disposte acconcie superfici metalliche per distribuire il gradiente in modo opportuno.

La Westinghouse impiega invece il tubo di passante cosidetto a condensatore che dà pure buoni risultati.

Gli interruttori anche per la tensione a 220 000 V non hanno che due rotture per polo e un movimento molto rapido.

La Southern California Edison Co. non sarà la sola a impiegare questa tensione. Anche la Pacific Gas & Electric Co. di S. Francisco costruirà presto una linea dorsale per portare nella zona di S. Francisco la potenza creata nei nuovi impianti del Pitt River.

In queste trasmissioni lunghe ed a tensioni così alte sono sempre usati alle estremità riceventi dei *motori sincroni* per stabilizzare la tensione. Nella riunione della A. I.. E. E. si è discusso parecchio sull'impiego di questo elemento e il Baum ha preconizzato per le linee molto lunghe il loro uso, non solo alle estremità, ma anche in punti intermedi. Si è spesso detto che lo scopo del motore sincrono sia quello di correggere il fattore di potenza, ma la sua vera funzione è quella di stabilizzare la tensione di arrivo. Un albero lungo, portante una puleggia in sbalzo non funziona regolarmente se le deformazioni elastiche sono troppo marcate: bisogna mettere un secondo supporto vicino alla puleggia: la stessa funzione è affidata al motore sincrono. Certo che la soluzione non è elegante e si potrebbe anche sentire che non è definitiva; ma per ora non c'è altro, e il funzionamento è perfetto ed è ottenuto con relativa semplicità di mezzi.

6 — Le ragioni di progresso nell'arte elettrica che abbiamo prima schizzato, hanno dato risultati notevoli nel perfezionamento del macchinario e degli apparecchi destinati alle industrie elettriche.

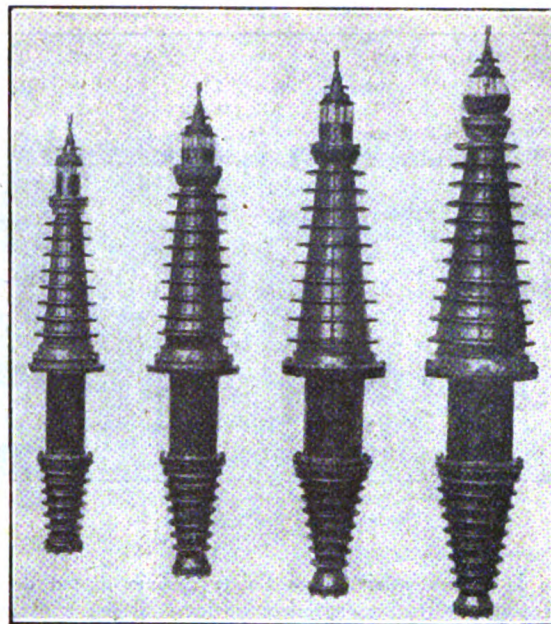



Fig. 4. — Passanti per trasformatori.

Permettete che qui attragga l'attenzione vostra su un altro fatto di carattere generale che ha sulla produzione dei macchinari una influenza notevole.

Quando un esercente imprese elettriche acquista del macchinario deve considerare il costo iniziale, ossia l'impiego del capitale e il costo dell'esercizio (manutenzione, riparazioni, ecc.). Ora, mentre nell'Europa Continentale per lo più si tende a dar importanza predominante al costo iniziale, negli Stati Uniti si tengono in più equa considerazione ambedue gli elementi del *problema economico*. E' innegabile che i nostri esercenti hanno, per il passato almeno, fatto ogni sforzo per spendere il meno possibile nell'acquisto dei loro macchinari, mettendo in stretta concorrenza numerosi fornitori, decidendo per lo più esclusivamente in base ai prezzi. La conseguenza fu che i costruttori dovettero fare da parte loro quanto potevano per ridurre i prezzi e quindi i pesi, e questo non ha certo giovato alla qualità. Invece negli Stati Uniti, forse per una maggiore abitudine di riportare ogni problema a quello dell'*economia di esercizio*, gli esercenti si sono persuasi che spesso, spendendo inizialmente di più, se ne ha un profitto nelle spese di esercizio che sono quelle che maggiormente importano.

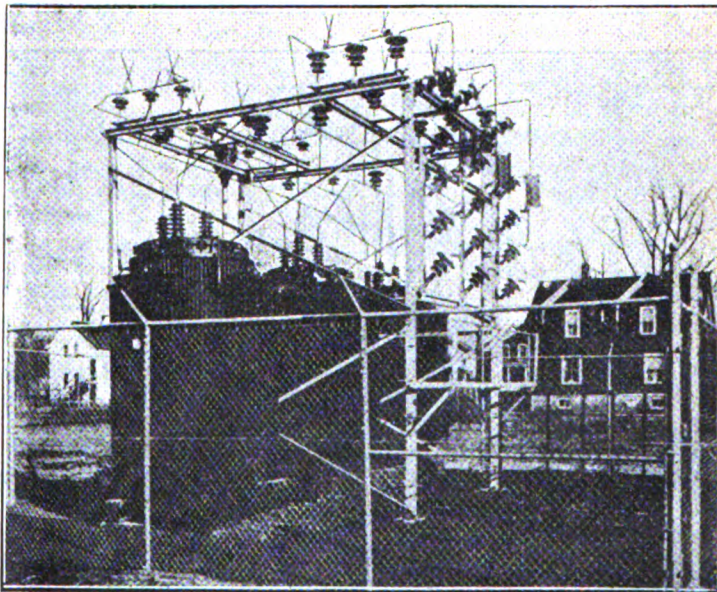



Fig. 5. — Sottostazione all'aperto.

Prendiamo il caso dei *trasformatori*. Si può quasi affermare che l'elemento che negli impianti nostri dà luogo a maggiori guasti è il trasformatore. Negli impianti americani invece il trasformatore è un

elemento sicurissimo. Alle prime non volevo crederlo, ma dopo numerose inchieste nelle officine e nelle sottostazioni mi son dovuto persuadere che i guasti di trasformatori sono assai rari. Essi sono più largamente dimensionati, meglio isolati, tanto che possono essere man-

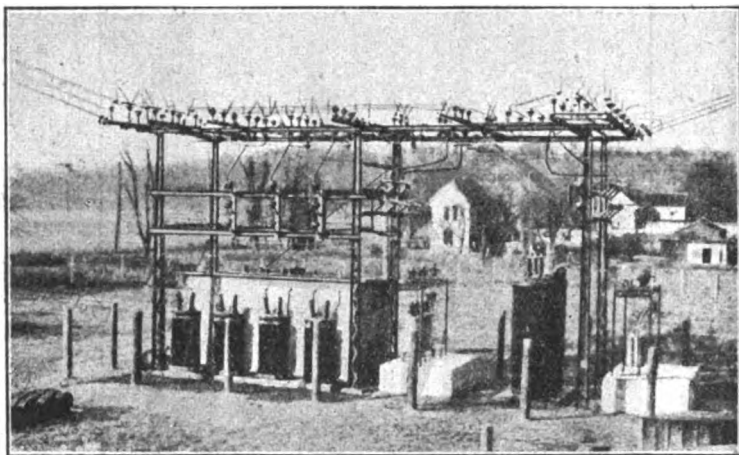



Fig. 6. — Sottostazione all'aperto.

tenuti sotto la piena tensione senza l'olio: *costano di più* dei nostri, ma gli esercenti preferiscono spendere qualcosa di più e avere meno noie in esercizio, ed hanno ragione.

Questa sicurezza dei trasformatori oltre a rendere facile l'adozione di tensioni sempre più alte, ha avuto altre conseguenze interessanti, fra cui ricorderò le *sottostazioni all'aperto*.

Le obiezioni più comuni che noi solleviamo contro le sottostazioni all'aperto sono appunto le difficoltà di un ricambio di trasformatori sotto un tempo piovoso o un turbine di neve. L'obiezione giusta colla nostra concezione del comportamento dei trasformatori, non ha più valore quando si sappia che su una vasta rete, per esempio, i casi di guasto dei trasformatori non superano 4 o 5 in un quinquennio. E la sottostazione all'aperto, ridotta ormai leggera nelle sue strutture metalliche, presenta vantaggi notevoli: possibilità di dare maggiore ampiezza alle condutture, eliminazione di possibili sacchi di aria jonizzata, minor pericolo e minori conseguenze d'incendi: e in molti casi può anche riuscir più economica nella costruzione.

7 — La tecnica americana ha dato un altro esempio della sua fattività, nello studio del problema degli isolatori.

Quattro o cinque anni fa il fenomeno dell'«aging» aveva messo a soqquadro il campo delle trasmissioni. Pareva che la porcellana, usata sulle linee ad altissime tensioni, perdesse in pochi anni le sue qualità isolanti e dovesse per questo porre un limite alla tensione delle trasmissioni. Sono note le discussioni avvenute in seno all'Associazione Americana intorno alle cause del fenomeno. Ma nessuno si scoraggiò, tutti si misero all'opera. L'isolatore fu perfezionato nella pasta, nella

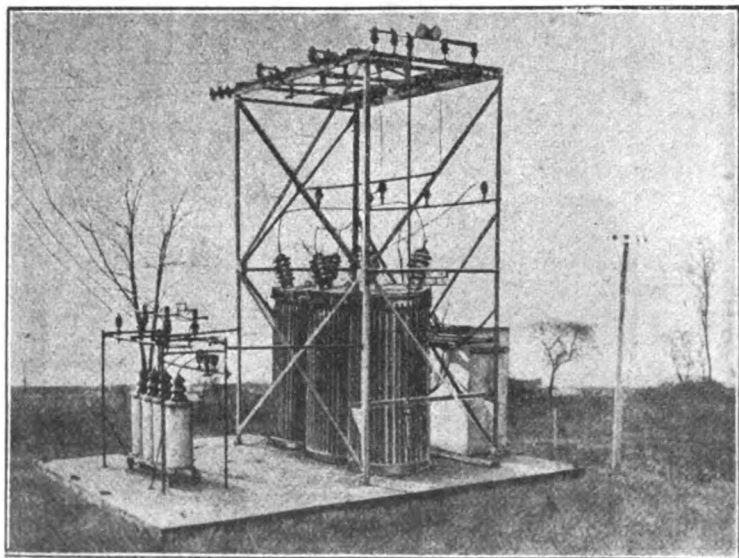



Fig. 7. — Piccola sottostazione all'aperto.

cottura, nelle dimensioni e, venuto poco a poco ad affermarsi il fatto che le cause dell'« aging » stavano sopratutto in un giuoco di dilatazioni e contrazioni termiche, dovute alla cappa ed ai perni metallici, si divisarono accorgimenti per impedirne le conseguenze. Il Prof. Ryan sta sottoponendo delle catene di isolatori ad una serie continua di cicli termici e deve essere arrivato a scoprire virtualmente colle sue prove quello che avviene in una dozzina di anni senza trovare alcun invecchiamento. Così oggi si può ritenere che il problema dell'isolatore sospeso sia risolto.

Ma come si provvedeva intanto per assicurare la continuità dei servizi? In modo abbastanza semplice: un paio di volte all'anno facevano rivedere le linee, verificando isolatore per isolatore, e quelli difettosi venivano cambiati. Così si evitava la distruzione completa di una catena. Non è il caso di dilungarsi qui sui metodi con cui queste misure vengono fatte: basterà dire che sono rapidi e semplici.

8 — Il concetto economico che ho riscontrato essere la guida nel problema dei trasformatori, lo si trova dominante in ogni campo.

A proposito del problema dei disturbi dati dalle ferrovie elettriche ai circuiti telegrafici e telefonici, problema che tanto preoccupa le nostre amministrazioni statali, gli ingegneri dei telegrafi concludono nel modo sereno ed obbiettivo che segue.

« Per quanto il sistema a corrente continua abbia considerevoli vantaggi su quello a corrente alternata in quanto riguarda i disturbi telefonici e telegrafici, è tuttavia fisicamente possibile con uno studio accurato, tanto in caso che nell'altro, giungere a mezzi atti a eliminare tali disturbi. L'adozione di questi mezzi in molti casi rappresenta un aumento notevole nel costo dell'elettrificazione. (Talvolta per le cor-

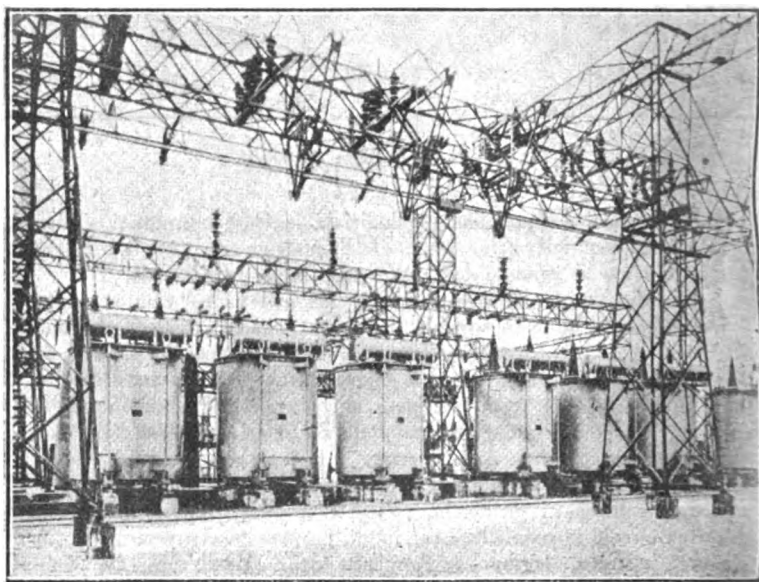



Fig. 8. — Grande sottostazione all'aperto.

renti alternate il mezzo più economico è quello di allontanare le linee telegrafiche e telefoniche).

« Comunque in ciascun caso i preventivi di spesa per la elettrificazione debbono contenere una giusta valutazione di queste spese, le quali possono talvolta assurgere a importanza tale da costituire un fattore decisivo ».

E lo stesso spirito domina in quelli che debbono per esempio scegliere un sistema di trazione per le loro linee ferroviarie. La questione del sistema esiste anche in America. Vi sono i monofasisti e i continuisti: la Westinghouse ha del debole per la monofase, la General Electric Co. per la corrente continua, ma la lotta non è acre. Quelli che debbono applicarli, domandano: « quale sistema darà nel mio caso il servizio più economico? » e studiano e indagano e vogliono vedere a fondo nel problema. Non hanno preconcetti, nè partiti presi, che li guidano, non importa se già hanno compromesso con un sistema parte delle loro reti: se un altro sistema sarà dimostrato essere il più economico, strapperanno gli impianti fatti e non spenderanno due volte di più per utilizzare poche miglia di linee e qualche locomotore. Questa visione della cifra, che qualcuno forse di noi latini potrà chiamare meschina, quando sia ben intesa è la vera e l'unica che debba guidare.

Desidererete forse sapere quale dei due sistemi di trazione elettrica trionferà in America, se il monofase o la corrente continua ad alta tensione, o in altre parole quale sembri risultare nel maggior numero dei casi la soluzione più economica.

Come spesa di primo impianto non v'ha dubbio che la monofase è la più costosa. Quando si pensi che, per contenere entro limiti possibili i disturbi ai telefoni e telegrafi, si debbono avvicinare le sottostazioni a 7 km almeno (così è progettata una linea della Pensylvania R. R.) e oggi sulla New York New Haven & H. si hanno sottosta-

zioni anche ad un miglio e mezzo, e che una linea a 11 000 V costa più di una a 3000 V non vi può essere alcun dubbio.

Quanto all'esercizio, mentre di quelli a corrente continua si possono avere cifre più dettagliate, di quelli a corrente alternata non si può saper nulla: quello che posso affermare per rilievi miei è che il numero di operai-ore assorbito dalla manutenzione per ciascun locomotore a corrente monofase è quasi il doppio che per i locomotori a corrente continua.

Il fatto di tener nascosto il costo di manutenzione e di esercizio, non attira certamente il favore degli americani, i quali ne fanno deduzioni ed illazioni forse esagerate.

9 — Il costo assai elevato della mano d'opera, prima che la guerra togliesse agli Stati Uniti questo monopolio, sviluppò in tutta la tecnica quei mezzi che servono a risparmiarla, il «labor saving device».

Una delle cose che più impressiona il visitatore, è che dovunque è stato possibile sostituire la macchina all'uomo questo fu fatto senza esitazione, e, dove l'opera dell'uomo non ha potuto essere eliminata, si è tentato di ridurla alla minima espressione possibile, in modo da evitare la necessità di un operaio specialista. Esempio classico è quello della fabbrica di automobili Ford, dove il lavoro è così diviso e sminuzzato che certi operai sono condannati per 8 ore al giorno a stringere 3 o 4 determinati bulloni sui pezzi, che in serie continua sfilano davanti a loro, convogliati da un sistema di catene sempre in movimento.

«Il Labor saving device» lo si trova da per tutto e ha originato nelle macchine le più ingegnose invenzioni.

Venendo al nostro campo, se consideriamo le officine termiche, riscontriamo subito una grandissima economia nei fuochisti. Nelle officine di Boston si arriva ad avere un fuochista per ogni 16 caldaie, che rappresentano la produzione di vapore necessario per una potenza di 35 000 kW. Tutti i comandi delle caldaie stesse sono fatti elettricamente e vi è una tendenza a concentrare in un punto solo dell'impianto gli strumenti che indicano l'andamento del fuoco, la produzione del vapore, la pressione dei gas di combustione, tanto che vi si può riscontrare anche per le caldaie a vapore un embrione del quadro centrale di comando.

Nella parte elettrica della centrale l'automatismo dei comandi a distanza riduce al minimo il personale. Il nostro elettricista che gira pazientemente una manovella per mantenere una tensione costante o che deve vagare per il quadro a chiudere e aprire interruttori o coltelli, non esiste più da molto tempo nelle centrali americane. La regolazione è fatta a mezzo di regolatori automatici, e ciò anche quando si tratta di motori sincroni installati alle estremità delle linee: tutti gli interruttori, reostati, ecc. sono provvisti di comando elettrico a distanza.

Una piccola parentesi, giacchè si parla di quadri, per notare un fatto interessante. Ormai nelle nuove centrali elettriche il quadro è completamente separato dalla sala macchine: qualche volta si tratta semplicemente di una vetrata, qualche altra di un muro, qualche altra infine di una separazione più seria; per esempio in due degli impianti del Niagara, mentre la sala macchine è al livello del fiume, i quadri e il relativo comando si trovano al livello di campagna, ossia a 50 m più sopra e a 200 m di distanza. Con questo è dimostrato come sia un pregiudizio quello di credere che il capo officina debba dal quadro poter essere in contatto col personale di macchina. Chiunque abbia progettato centrali ricorderà come una delle cose più difficili è far stare il quadro di comando nella sala macchine: e quante difficoltà si presentano per evitare che l'eccessivo rumore delle macchine disturbi le comunicazioni telefoniche, e per riparare gli operai dai vortici d'aria, dovuti al movimento delle macchine stesse. Tutto ciò diventa inutile quando l'elettricista di comando si trova in un locale a sè.

Ho accennato prima ai comandi a distanza: questi vengono usati largamente.

Sulla Philadelphia Paoli per esempio gli interruttori delle sottostazioni sono comandati a distanza dalle cabine degli scambisti con un risparmio di personale enorme rispetto a quello che si fa su altre ferrovie elettrificate.

10 — Ritornando al nostro argomento diremo che uno dei fatti che mi ha assai impressionato è il *successo* dell'automatismo. Gli apparecchi automatici in America *funzionano veramente* automaticamente e si può riporre nel loro funzionamento la più grande fiducia.

La meraviglia più grande dell'automatismo nel campo elettrico è la sottostazione automatica per la trazione. Le funzioni dell'elettricista di una sottostazione di conversione da corrente trifase a corrente continua sono tre: di proporzionare il numero delle unità in marcia al carico richiesto, regolare la tensione e richiudere con determinate regole gli automatici quando questi scattano. Orbene l'apparecchiatura automatica della sottostazione eseguisce tutto ciò nel modo più perfetto immaginabile. Quando il mattino la prima vettura parte dal deposito, man mano che si avvicina alla sottostazione, l'apparecchiatura automatica mette in moto un primo gruppo, la causa determinante della manovra essendo l'abbassamento di tensione in quel punto della linea.

Quando il carico scende al disotto di un certo valore il macchinario viene staccato. Ho assistito ad una di queste manovre automatiche e si sarebbe potuto credere che una squadra di uomini invisibili manovrasse successivamente i vari apparecchi; tutta la manovra, dal primo avviamento alla messa in parallelo, richiese 32 secondi. Quando un interruttore automatico scatta il meccanismo lo richiude per tre volte attraverso una resistenza e se di nuovo scatta lo lascia aperto, ciò che farebbe l'elettricista. Se la corrente ritorna normale la resistenza viene disinserita, se la corrente è di tale valore da non poter far scattare l'automatico, ma pure riscalda troppo la resistenza, l'interruttore viene aperto.

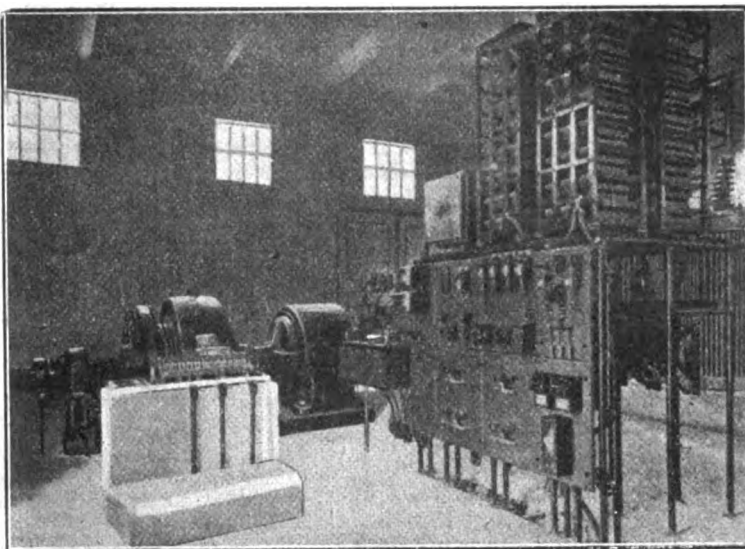



Fig. 9. — Sottostazione tramviaria automatica.

In un caso speciale che ho visitato 3 uomini compiono l'ispezione di 4 di queste sottostazioni sostituendosi quindi ai 24 operai che sarebbero necessari per l'esercizio di sottostazioni di tipo ordinario. Il risultato loro è tanto soddisfacente che nel tronco intermedio della grande ferrovia Chicago-Milwaukee-St. Paul, che resta ancora da elettrificare, si intende di istallare sottostazioni automatiche a 3000 volt.

11. — I grandi impianti di produzione e distribuzione di energia diventano il regno dei relais. Da noi sulle grandi reti abbiamo dei relais che comandano gli interruttori automatici. Si tenta qua e là di regolarli per diversi tempi e diverse correnti, ma in complesso, quando qualche cosa avviene su una linea, il funzionamento loro appare slegato e senza leggi, tanto che non si evitano interruzioni generali di servizio, forse troppo frequenti nei nostri servizi elettrici. Negli impianti americani tutto ciò è ben regolato e disciplinato: anzitutto i relais adoperati sono di costruzione perfetta e moderna e sopratutto uniforme: riconosciuto che un tipo è il migliore, quelli antecedenti vengono buttati via e sostituiti coi nuovi. Poi ve ne sono di vari tipi: vi è il relais semplice, che si può regolare per intensità di corrente e per tempo, vi sono quelli a inversione di energia, da istallare alle estremità delle linee, vi sono quelli differenziali da applicare ai trasformatori e che funzionano soltanto se il guasto avviene nel trasformatore stesso: ma il maggior segreto del successo sta nel riuscire a che la regolazione di tutti quelli di una stessa rete sia affidata ad un ufficio unico, che provveda a tutto il sistema e che impartisca ai capi-officina le istruzioni sui valori ai quali aggiustare i differenti relais. In questo modo si riesce il più delle volte a limitare le interruzioni a quella parte della rete in cui è avvenuto il guasto, e di conseguenza le interruzioni generali sono alquanto rare. Il sistema della Montana Power Co. che alimenta la ferrovia Chicago-Milwaukee-St. Paul comporta numerose centrali e numerose sottostazioni per uso industriale e perciò un'ampia rete di linee, tutte alla tensione di 100 000 volt. Ebbene le interruzioni di energia del servizio ferroviario sono così poche e brevi, che nella statistica dei ritardi esse sono conglobate nelle «cause diverse» che rappresentano circa l'8 per cento di tutte le altre cause sommate insieme.

Questo è uno di quei campi nei quali i nostri impianti potrebbero fare dei progressi e ritengo che gli Esercenti imprese elettriche dovrebbero dedicare al perfezionamento del sistema relais un'attenzione molto maggiore di quella che non facciano attualmente.

12 — Un altro campo nel quale il «labor saving device» ha portato delle radicali forme è quello della trazione tramviaria. E' naturale che dato l'alto costo del personale nell'anteguerra si tendesse a

portare il massimo numero di passeggeri col minimo numero di agenti, quindi primo provvedimento nelle grandi città l'aumentare la capacità delle vetture.

Mentre da noi, malgrado l'aumento dei salari si persevera ancora nelle grandi città nel mantenere e progettare delle carrozze tramviarie che sembrano dei veri scatolini, negli Stati Uniti invece non si vedono che vetture assai lunghe a due carrelli che portano 50 e anche 60 persone sedute oltre a quelle di piattaforma. Per rendere semplice il collettamento del pagamento dei viaggiatori si è quasi ovunque introdotto il sistema così detto « pay as you enter » (pagare all'entrata) sistema che col pubblico americano è perfettamente riuscito. Vi è in questo caso sempre l'entrata posteriore o centrale e l'uscita sul davanti con portine manovrabili ad aria compressa dal conduttore, qualche volta anche con dispositivi di blocco per modo che la carrozza non può muoversi colle porte aperte. Il conduttore si colloca vicino alla porta di entrata e sorveglia che ciascun viaggiatore deponga nella cassetta, che si trova davanti a lui, il prezzo della corsa. Il conduttore eseguisce anche il servizio di cambio della moneta, il quale è spesso facilitato da speciali cassette distributrici. Ma gli americani sono andati ancora più in là e hanno ridotto a uno solo l'agente per ogni carro. Per questo si sono dovute costrurre carrozze speciali di capacità limitata e quindi adatte soltanto per linee di traffico medio. Queste carrozze che si chiamano « one man car, o safety car » funzionano con una

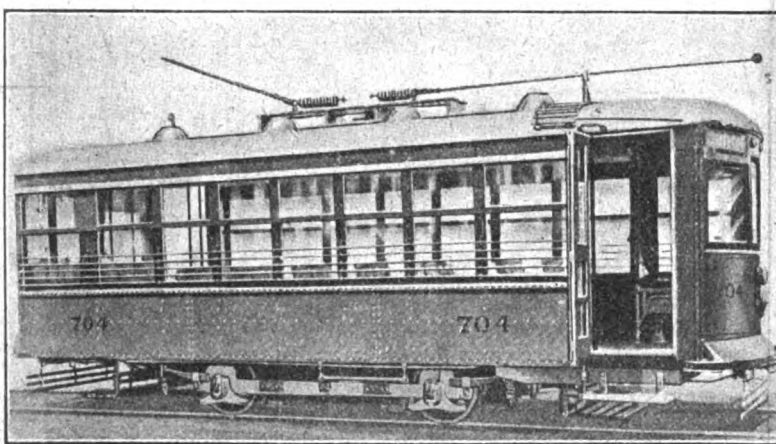



Fig. 10. — " One man car ".

sola porta apribile vicino al manovratore: questo, alle fermate della vettura nel punto d'arresto, fa scendere anzitutto i passeggeri giunti a destinazione, poi ammette quelli in partenza, i quali sfilano davanti a lui, pagando l'importo della corsa col solito sistema della cassetta: il manovratore fa anche servizio di cambio. Quando tutti sono entrati e hanno pagato, allora il manovratore richiude la porta, il che avviene con movimento pneumatico e soltanto allora può partire. Il manubrio è munito del così detto « dead man relais » espressione alquanto brutale pel dispositivo che produce l'arresto immediato della vettura quando il manovratore non vi appoggi più la mano.

Grandissime discussioni sono sorte intorno a questo tipo di carrozze, grandissime ve ne saranno anche in Europa, perchè è certo che per numerosissimi casi, anche nelle nostre città minori e per linee di traffico limitato anche nelle grandi, il sistema del « safety car » può rappresentare una notevolissima economia. Da noi si teme che tutti questi sistemi non siano applicabili perchè il pubblico non è sufficientemente educato: e vi è certamente del vero in ciò, ma non è detto che tutti i pubblici americani lo siano, specialmente nel sud, dove sono numerosi gli abitanti di razza colorata. Del resto il pubblico, anche il nostro, è molto migliore di quello che lo dipingono in generale i nostri pavidi esercenti di servizi pubblici, giacchè per uno che truffa ve ne sono 10 000 che pagano regolarmente il loro biglietto: del resto basta la statistica delle monete false trovate negli apparecchi automatici per dimostrarlo. D'altra parte il pubblico lo si può anche educare e a questa educazione in America pensa il pubblico stesso: se un passeggero non paga o tenta frodare, il conduttore non parte: allora il resto del pubblico che ha fretta, pensa a scaraventare il malcapitato fuori della vettura.

13 — In un altro campo, meno importante, le difficoltà della mano d'opera hanno dato ampio sviluppo alle applicazioni elettriche: nella casa. Il problema della servitù è diventato grave e per molti borghesi modesti insolubile: l'elettricità è venuta in aiuto alla massaia.

Aspiratori di polvere, lucidatori di pavimenti, macchine domestiche da bucato, calandre e ferri da stiro, lava stoviglie, riscaldatori, bollitori, cucine, motorini elettrici, adattabili ad usi svariati, sia per condurre macchine da cucire, che pulitori per l'argenteria, che lustrascarpe, si trova nella casa americana tutta una serie di applicazioni che sostituiscono nel lavoro materiale l'opera della servitù.

E poichè parlo di cose domestiche, accennerò alla tendenza che si manifesta ora di usare per quanto è possibile nella illuminazione la luce indiretta, colla quale si ottengono effetti veramente simpatici. In certi clubs, in certi ristoranti, in alcuni saloni di ricevimento non si vede nemmeno una lampada: la luce è diffusa e le mezze tinte danno all'ambiente un aspetto morbido e raccolto, un'impressione di riposo. Anche la illuminazione dei negozi con luce indiretta raggiunge effetti veramente artistici.

14 — Una conseguenza indiretta degli sforzi per risparmiare mano d'opera è quella della rapidità colla quale si eseguiscono i lavori: a questo contribuisce anche lo spirito americano che vuole vedere immediatamente eseguito ciò che ha ideato.

Voglio citare un esempio di rapidità di costruzione. La nuova centrale di Hell Gate della New York Edison Co. potrà contenere a cose finite 6 unità generatrici per una potenza totale di 280 000 kW. Attualmente ne viene costruita soltanto una metà. Si può ben immaginare che cosa sia una centrale di queste genere. Con tutta la sua dotazione di caldaie, di pompe, di meccanismi per il trasporto e il movimento del combustibile, per la presa e la restituzione dell'acqua di condensazione, con un fabbricato a parte lungo 64 m, largo 15 e alto 30 per i quadri. Ebbene, i primi scavi per questa centrale furono eseguiti nell'Ottobre 1920 e si contava di mettere in esercizio la prima unità nell'Ottobre di quest'anno 1921, cosa che da quanto ho potuto constatare è tutt'altro che fuori del possibile, come si può giudicare dalla fig. 11 che rappresenta una fotografia presa in Luglio. Si noti che nella costruzione furono impiegate 10 000 tonn di acciaio, 26 000 mc di cemento e che il massimo di mano d'opera impiegata durante la costruzione fu di 1400 operai.

A questi risultati si può giungere appunto per il grande uso di macchine, per effetto delle quali le imprese di costruzione si sono organizzate all'uopo. Si può dire che in un lavoro costruttivo di questo genere nulla viene trasportato a spalle d'uomo: 4 o 6 enormi torri di acciaio a traliccio vengono montate intorno al fabbricato, nell'interno di queste torri salgono e scendono ascensori che portano carichi di cemento, di calce e di materiale, mentre all'esterno delle grue a lunghe braccia sollevano e mettono a posto ogni elemento della costruzione: mezzi meccanici per chiodare, per battere, per perforare sono continuamente in uso su tutto il cantiere. I nostri costruttori dicono che tutto ciò costa troppo, ma se al risparmio di mano d'opera aggiungessero quello che si risparmia di spese generali, di direzione, di assistenza e di interessi intercalari, se le Società pensassero che i loro lucri e le economie, che si promettono dai nuovi impianti, cominciano dal giorno in cui la nuova officina funziona, si troverebbe probabilmente che il mezzo americano è il migliore.

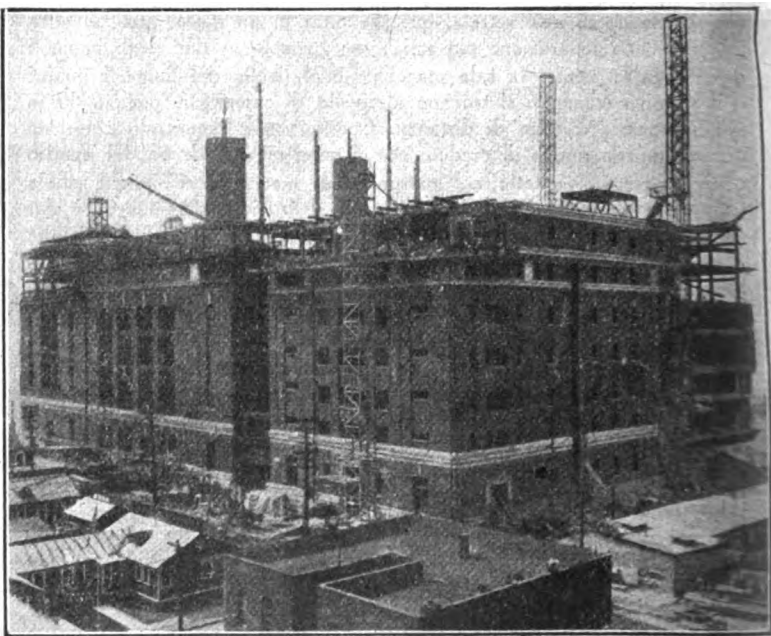



Fig. 11. — La Centrale di Hell Gate nel luglio 1921.

15 — Questa esposizione delle principali caratteristiche che influiscono sull'industria agli Stati Uniti, non sarebbe completa se non dessi qualche illustrazione dei risultati a cui esse hanno portato. Ho già mostrato la centrale termica di Hell Gate nel suo insieme. La figura 12 mostra un'altra centrale nuovissima costruita a Pittsburg, in vicinanza delle miniere, quella di Colfax. Questa Centrale è desti-

nata ad avere una potenza totale di 300 000 kW. La sua disposizione interna è quella ordinaria degli impianti termici moderni dell'America del Nord. Il carbone al disopra dalla parte centrale delle caldaie scende automaticamente nei caricatori delle caldaie stesse e le ceneri si scaricano nei vagoncini disposti nei corridoi inferiori. La sala macchine è elevata sopra il livello di campagna, in modo da permettere un largo spazio per il collocamento di tutti i macchinari di condensazione. Un canale porta acqua alla presa dei condensatori e un secondo provvede allo scarico.

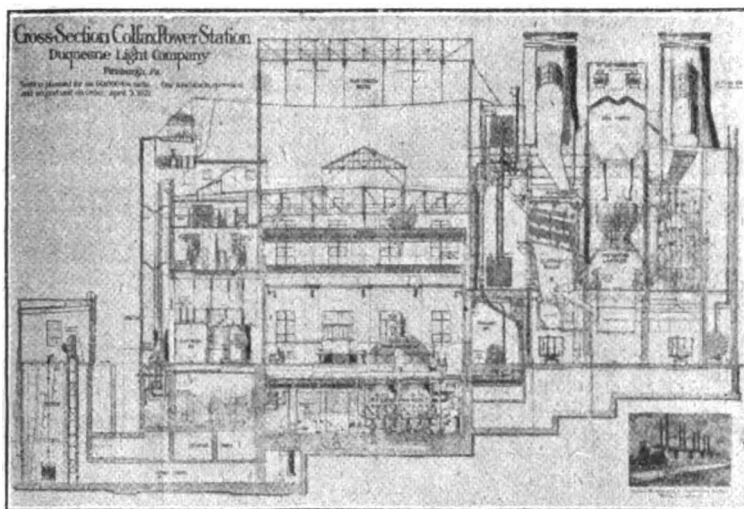



Fig. 12. — Centrale di Colfax.

Il quadro si svolge in un fabbricato a sè, e in questo caso particolare, il quadro di comando si trova in un locale dell'ultimo piano che non comunica direttamente colla sala macchine.

Una particolarità dell'officina di Colfax è la separazione dell'unità generatrice in tre turbo-generatori: uno lavora sotto l'alta pressione (18 kg) e ruota a 1800 giri; gli altri due ricevono vapore dal primo e ruotano a 1200 giri; ciascuno genera una potenza di 20 000 kW per modo che il gruppo complessivo ne sviluppa 60 000.

Nei paesi in cui l'olio è abbondante, questo viene bruciato direttamente nei focolai delle caldaie, riducendo gli impianti a una grande semplicità. Si stanno facendo anche molti tentativi per abbruciare il combustibile polverizzato e a Milwaukee esiste una centrale, che potrà toccare in avvenire una potenza di 80 000 kW, in cui il carbone viene in una prima fase ridotto da disintegratori in noccioli dell'ordine di un cm di diametro, e in una seconda fase, da vari polverizzatori, ridotto in polvere così minuta da poter essere spinta sotto pressione d'aria entro tubi di 10-12 cm di diametro. L'opportunità economica di questa polverizzazione è però molto discussa e si attendono ulteriori prove, prima di emettere un giudizio definitivo sulla cosa.

Non mi risulta che siansi fatti impianti di polverizzazione delle ligniti. Noterò che per queste il problema è diverso da quello che non sia per combustibili americani, giacchè polverizzando ed essicando le ligniti si cambia in certo qual modo la natura del combustibile stesso.

Quindi per le ligniti il problema deve essere attaccato con criteri del tutto diversi.

16 — Di impianti idroelettrici ve ne sono in America di tutti i tipi. Fra le centrali a alti salti citerò quelle della California, le quali non presentano alcun chè di veramente particolare nei loro dettagli. Interessanti sono invece per la loro vastità i sistemi idraulici da cui dipendono, quale quello della Great Western Electric Co. che, a cose complete, produrrà oltre 480 000 kW di potenza, quello della South California Edison Co. che alimenta la zona di Los Angeles e che prevede una potenza finale di 640 000 kW, e infine il gruppo della Pacific Gas & Electric Co., che distribuisce energia nella regione di S. Francisco e che esercisce 21 piccole centrali per una potenza istallata di circa 160 000 kW, che dispone di centrali termiche per circa 117 000 kW e che ora ha un ardito progetto per l'utilizzazione di un salto alto 660 m suddiviso in 7 centrali per una potenza complessiva di circa 1/2 milione di kW. Tutti questi sistemi sono provvisti di serbatoi formati da laghi artificiali di grande vastità.

Fra i salti medi abbiamo i ben noti impianti del Niagara. I principali di essi sono oggi 7 per una potenza complessiva di circa 600 000 kW e ve ne è in costruzione uno nuovo sulla riva canadese detto il Cipawa, eseguito per conto della Hidroelectric Power Commission of Ontario. Questa Commissione, e qui apro una breve parentesi, è una Commissione statale della provincia di Ontario Canadà e costituisce il tentativo più serio di statizzazione nel campo elettrotecnico, che si trova nell'America del Nord. I membri della Commissione sostengono che essa non è un'istituzione di Stato, giacchè è autonoma e la sola ingerenza dello Stato si ritrova nella parte finanziaria: lo Stato infatti fa prestiti a tutti i Comuni che, mettendosi sotto l'egida della Commissione, intendono fare elettrificazioni o ampliare quelle esistenti. La Commissione stabilisce le tariffe, i salari, assume personale, eseguisce nuovi impianti, come questo del Niagara.

Gli Americani degli Stati Uniti sono contrari per la loro indole a qualsiasi ingerenza non giustificata dello Stato e dei Comuni nell'industria: essi seguono con grande interesse lo svolgersi dell'azione di questa Commissione e sostengono che il minor prezzo a cui la Commissione vende l'energia viene poi scontato coll'incremento delle tasse. E' strano come certe anomalie, attraverso l'intero globo terrestre, siano le stesse e le dispute intorno ad esse si assomiglino tutte; comunque ritengo si possa affermare che per molto tempo negli Stati Uniti, specialmente dopo l'esperienza dolorosa fatta nel periodo temporaneo di statizzazione delle ferrovie, non vedremo statizzazioni nè municipalizzazioni nuove.

Ritornando agli impianti del Niagara è notevole questo fatto che i primi due impianti, quelli storici (dei quali uno verrà completamente abbandonato per il suo basso rendimento) vennero costruiti con turbine ad asse verticale e i successivi con turbine ad asse orizzontale; ora invece le nuove che si progettano, e in generale quasi tutte le turbine dei più recenti impianti, sono di nuovo ad asse verticale. L'asse verticale, a quanto affermano gli Americani, presenta notevoli vantaggi, la soluzione elegante data al supporto superiore, che sostiene tutto il peso della turbina e del generatore, ha reso il problema meccanico dei grandi gruppi molto più semplice. Il rendimento è aumentato dalla possibilità di usare gli idroconi di scarico, e infine l'ampiezza della

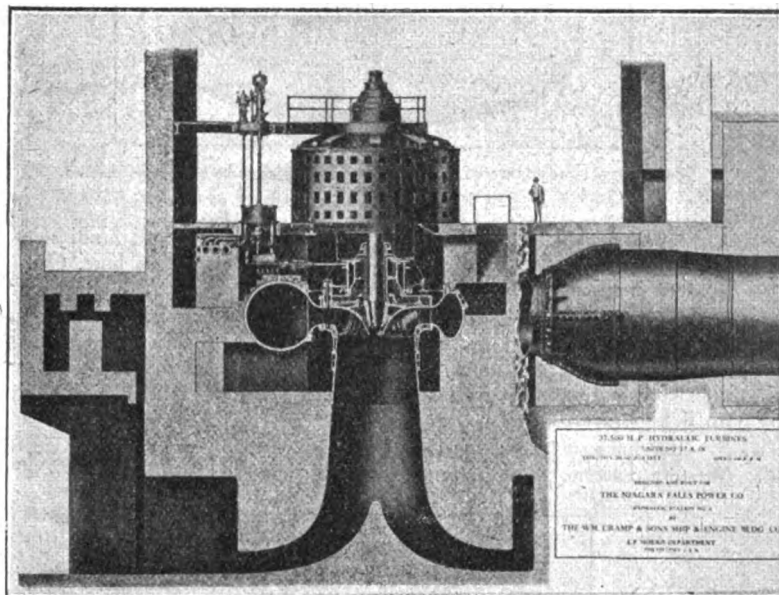



Fig. 13. — Gruppo turbo generatore del nuovo impianto del Niagara.

Fig. 14. — Supporto superiore di un turbo generatore idraulico.

stazione generatrice viene di molto ridotta, per cui dovunque è possibile viene ora adottato l'asse verticale.

Come grandioso impianto a bassa caduta abbiamo quello del Keukuk sul Missisipi: una diga è stata gettata coraggiosamente attraverso 1500 m di larghezza del fiume, essa comporta 119 porte di scarico: la centrale, disposta a una delle estremità, conterrà a cose finite 30 turbine che lavorano sotto una caduta variante fra m 7,50 e m 12. Opere importanti sono previste per assicurare la navigazione.

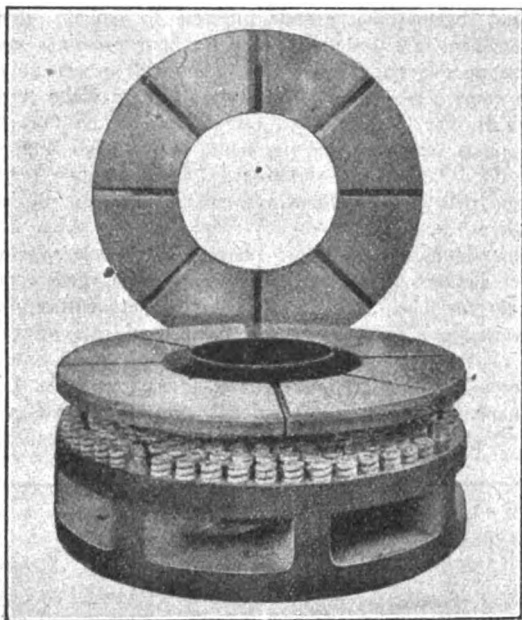



Fig. 15. — Parti componenti il supporto superiore di un turbo generatore idraulico.

Come è noto le grandi linee di trasmissione negli Stati Uniti sono costituite con grandi torri di acciaio a traliccio a larghissima base. Questo tipo è specialmente applicabile quando la linea elettrica attraversa regioni poco coltivate, dove il valore del terreno non ha importanza. Esse hanno talvolta 4 piccole fondazioni, una per ciascun montante, qualche volta la fondazione in cemento manca completamente essendo sufficiente la resistenza dei montanti dentro il terreno e assicurare contro il loro rovesciamento

La linea della figura 16 è quella a 165 000 volt della Great Western Electric Co.: se questo tipo di linea sia più economico di

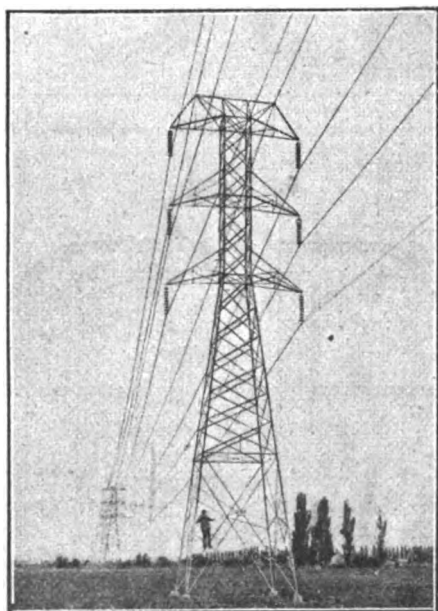



Fig. 16. — Linea a 165 000 V. della Great Western Electric Co.

quello con pali a traliccio a base relativamente stretta, è difficile dire non essendosi ancora fatto un calcolo comparativo. Vi sono però ragioni per credere che a parità di condizioni i nostri possono risultare più economici. In parecchi impianti in America si ritrovano i pali elastici. Come ricorderete è stato in Italia e precisamente in Lombardia che furono usati i primi pali di questo tipo, che da noi non ebbero gran seguito. Essi furono ripresi da una ditta Americana che pur mantenendo lo stesso principio ne variò i dettagli di costruzione. La figura 17 mostra una linea a 100 000 V. sopportata da pali elastici con isolatori sospesi.

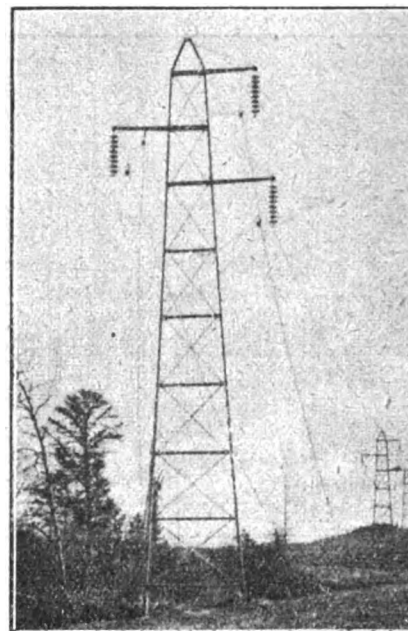



Fig. 17. — Linea a 100 000 V. con supporti elastici.

Vi sono poi in America numerosissime linee in legno. La figura 18 mostra una di queste linee per la tensione di 100 000 volt. Il supporto

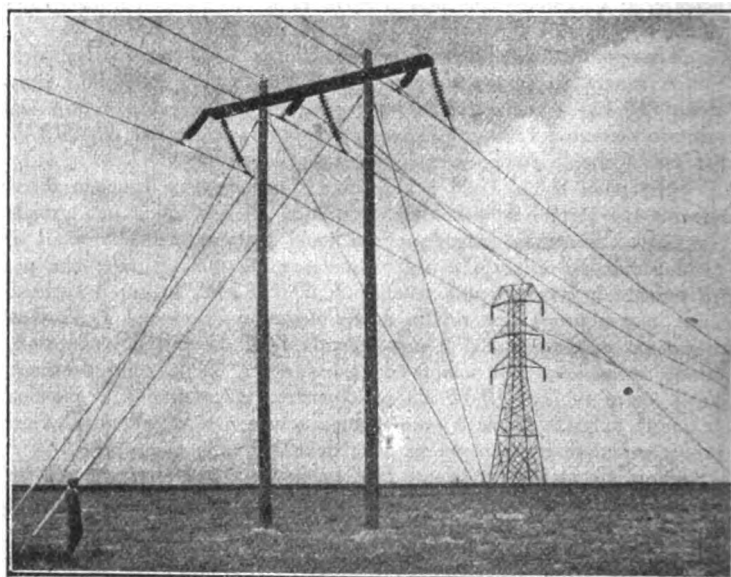



Fig. 18. — Palificazione in legno per 100 000 V.

sul disegno è di ammarraggio. Date le buone qualità di pali che si hanno in America e il loro esiguo costo in alcune regioni, si comprende come si sia potuto sviluppare questo tipo di linea, il quale d'altronde pare portarsi assai bene. Il solo difetto serio è che facilmente i pali vengono sfasciati dai colpi di fulmine. Del resto impianti di grandissima importanza sono affidati appunto a palificazioni di legno.

Una particolarità dovuta all'abbondanza di legname è quella delle tubazioni forzate in legno. Vi sono per la fabbricazione di tali tubazioni delle apposite fabbriche, e il loro comportamento in esercizio è veramente buono. Si tratta di tubi formati da doghe abbastanza sottili da permettere un continuo trasudamento di acqua e questo conserva la tubazione in buono stato. Se ne fanno per salti fino a 120 m.

17 — Lo sviluppo della trazione tramviaria, sia urbana che interurbana, non ha bisogno di essere illustrato. Le linee interurbane hanno assunto negli Stati Uniti grande importanza e su molte di esse i carrozzoni elettrici corrono a velocità altissime (60 e perfino 90 km all'ora) facendo spesso una seria concorrenza alle ferrovie.

La trazione elettrica ha poi assunto un'importanza speciale sulle ferrovie che mettono capo a New York. New York ha due stazioni di testa: una la New York Central, l'altra la Pennsylvania. A quest'ul-

tima arrivano tutti i treni del Sud, alla New York Central tutti i treni del Nord e dell'Est, e ad ambedue poi il traffico suburbano. Quella della N. Y. Central è una stazione grandissima a vari piani, giacchè vi concorrono anche alcune Metropolitane. Facendo astrazione da queste

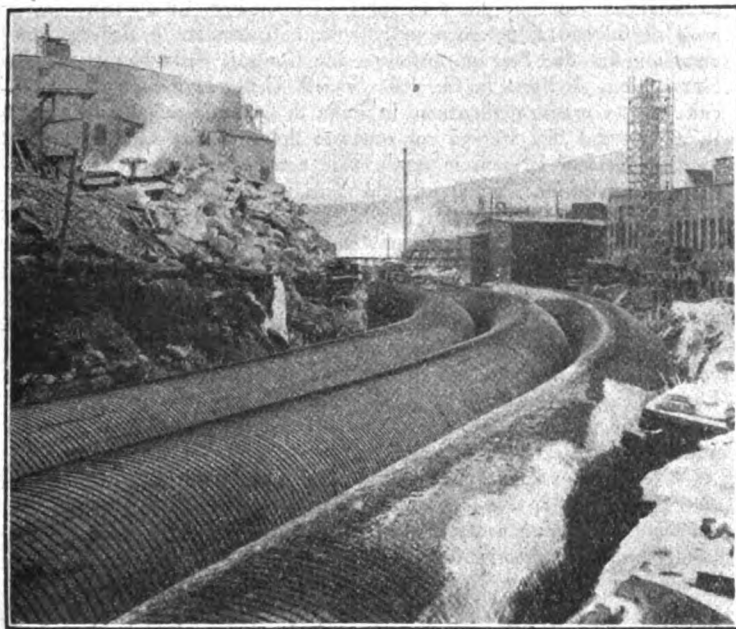



Fig. 19. — Tubazione idraulica in legno.

il numero di treni che partono nelle 24 ore è di 267 e altrettanti ne arrivano. All'ora dell'uscita dagli uffici il movimento di questa stazione è qualcosa di indescrivibile. I numerosi ed intricati corridoi sotterranei che collegano le strade e le Metropolitane colle diverse piattaforme di partenza rigurgitano di una folla frettolosa: sono fiumi di gente che corrono, si incrociano, si mescolano, si separano, tutto un formicolio di vita sotterranea che dà l'impressione dell'esagerato e del mostruoso, come tutte le cose di New York.

Ebbene tutto questo movimento è affidato alla trazione elettrica. Non solo i treni della linea New York-New Haven & H. elettrificata a corrente monofase, entrano funzionando a corrente continua colla terza rotaia, ma anche tutti i treni delle altre linee ad un certo punto lasciano la locomotiva a vapore e sono rimorchiate da locomotori elettrici. Si tratta quindi di grande trazione fatta con terza rotaia a corrente continua a 600 V. E insieme a questi entrano pure i treni locali a automotrici.

Questa elettrificazione, che comprende parecchie centinaia di locomotori e di automotrici, si impose per parecchie ragioni. Anzitutto in quel dedalo sotterraneo, che sono le due stazioni, non era possibile eliminare il fumo senza opere difficili e costosissime; già nello stato attuale la ventilazione richiede un notevole impianto meccanico; poi era necessario accelerare tutte le manovre di testa che la locomotiva a vapore, essendo unidirezionale avrebbe richiesto, infine guadagnar tempo nell'accelerazione dei treni.

Si hanno così due grandi sistemi di trazione a corrente continua quasi invisibili, e la cui importanza può sfuggire all'osservatore superficiale.

Le Metropolitane di New York hanno risoluto il problema della velocità delle comunicazioni coll'adozione di 4 binari: i due centrali sono percorsi da diretti, con fermata soltanto nei punti importanti e nodali, i due esterni dai treni omnibus.

Le Metropolitane di New York con uno sviluppo di circa 90 km di linee trasportano in un anno 2 miliardi e mezzo di passeggeri, e malgrado un tale traffico arrivano appena a pagare le spese.

Meditino bene queste cifre coloro che sognano delle Metropolitane nelle nostre città.

Oltre a questa grande trazione elettrica di carattere urbano, troviamo la trazione applicata alle grandi linee. Non voglio dilungarmi troppo su questa parte. Sintetizzerò.

Vi sono linee importanti a corrente monofase, ma sgraziatamente le più rilevanti sono state applicate a linee di traffico intensissimo con gli stessi caratteri che avevano desunto dalle piccole linee di prova.

Queste installazioni portano dunque le tracce di tutte le lotte, che si sono dovute sostenere contro ogni sorta di difficoltà e specie contro i disturbi alle linee di telegrafo e telefono.

Si è poi tentato il monotrifase in una linea specialmente destinata al trasporto di pesantissimi treni di carbone, la Norfolk & Western: ma quantunque funzioni abbastanza bene, la difficile ed onerosa manutenzione fa sì che questo sistema non sarà più adottato in America. E' dimostrato una volta di più come tutti i sistemi complicati finiscano per cumulare piuttosto i difetti che le qualità dei singoli sistemi componenti.

Infine di trazione a corrente continua ve ne è a 600 - 1200 - 2400 e a 3000 volt.

La linea che attira maggiormente l'attenzione è quella della Chicago-Milwaukee St. Paul, che attraversa la doppia giogaia delle Montagne Rocciose fra Harlowton e Seattle. Questa elettrificazione è stata un grande successo sotto ogni punto di vista, sia tecnico che economico; e anche il problema del ricupero è stato risolto in modo brillante. Non si ha è vero il ricupero automatico del sistema trifase, ma per contro si può ricuperare a diverse velocità, ciò che è indubbiamente un pregio notevole in esercizio.

Quanto al trifase non ve n'è che un tratto di pochi chilometri, presso Seattle: ma pare che nell'estensione di questa elettrificazione il sistema trifase verrà abbandonato.

18 — E per terminare con una cosa di carattere americano, grandi cifre, molti dollari e idee larghe, dirò due parole del « Super Power Scheme ». Si tratta dell'unificazione elettrica della zona più importante degli Stati Uniti.

W. S. Murray, che è l'apostolo di quest'idea, ha infatti localizzato il suo progetto alla zona compresa fra Boston e Washington ed avente profondità a partire dalla costa di 150-200 km. In questa zona sono oggi installate officine a vapore sia per produzione di elettricità, sia per condotta diretta di industrie, per 7 milioni di kW di potenza, le locomotive a vapore rappresentano nella zona 5 milioni di kW e vi si consumano 60 milioni di tonnellate di carbone all'anno.

Si osservi inoltre che il trasporto del combustibile per alimentare tutte queste officine e locomotori rappresenta circa 2/3 del traffico ferroviario.

Dice il Murray: se si concentra la produzione dell'energia elettrica in poche grandi centrali poste alla bocca delle miniere, in punti opportunamente scelti e si stabilisce un'ampia e sicura rete di distribuzione, se inoltre si elettrificano tutte le ferrovie, ne avremo i risultati seguenti:

1°) Per effetto del maggior rendimento delle centrali e del loro fattore di carico, molto migliorato, il consumo di carbone può venir ridotto a 30 milioni di tonnellate di dollari all'anno.

Il consumo medio di carbone, comprendendo grandi e piccole officine, locomotive, grue, ecc. è ritenuto di circa kg 2 per kWh prodotto, mentre con grandi unità e con una sapiente distribuzione di carichi può scendere oggi al disotto di kg 0,8 e valutarsi intorno al kilogrammo, una volta trasmessa sul luogo di consumo.

2°) Le ferrovie consumerebbero meno combustibile perchè elettrificate.

3°) Le ferrovie verrebbero scaricate di tutto il traffico di carbone.

Con questo il risparmio nazionale complessivo sarebbe secondo il Murray, di 300 milioni di dollari all'anno.

Il progetto è certo grandioso e come tutte le idee nuove incontra forti opposizioni. In teoria tutti lo trovano ottimo, ma i produttori attuali di energia non lo vedono troppo di buon occhio. Temono, e forse non a torto, che la continuità dei servizi possa risentire di tutta questa vita comune degli impianti. Propongono quindi di mantenere nel quadro del « super power plant » anche le attuali grandi centrali.

J. W. Lieb così si esprime: « Vorrei insistere sulla necessità che vi è in grandi centri come New York, Chicago, Filadelfia, di aver la sicurezza di una continuità di servizio non soddisfacente, ma assoluta, nei limiti che spesa di denaro, intelligenza umana e ingegneria della più progredita possano consentire, giacchè è nostro dovere di mantenere senza interruzioni tutti quei servizi che sono essenziali ad un gran centro e fra i quali basta ricordare quelli che si riferiscono alla sicurezza e al servizio di spegnimenti degli incendi ».

E' questa veramente la grande preoccupazione dei produttori di energia in America e alla quale sinceramente dedicano cure e spese.

Progetto grandioso questo del « super power plant » e che richiede l'immobilizzazione di qualcosa dell'ordine di 6 miliardi di dollari, ma che sarà, io credo, un asintoto verso il quale tenderà senza dubbio l'organizzazione degli impianti americani, perchè esso ha con sè la forza della razionalità, perchè esso rappresenterebbe un grande risparmio di carbone, ed i depositi di carbone, lo sappiamo tutti, non sono più illimitati.

19 — Una conclusione sintetica di tutto quanto ho raccontato questa sera potrebbe essere questo: molte cose, cose grandi, ma novità veramente radicali ed essenziali ben poche.

Questa conclusione non deve meravigliare, in quanto che collo sviluppo delle comunicazioni e della stampa il movimento tecnico è necessariamente parallelo nei vari paesi: pure ho la sensazione che nello spirito con cui gli Americani conducono le cose, nel carattere che danno ai loro impianti, in tutto quello insomma che ci mettono di proprio,

vi sia molto che valga la pena di essere meditato. Noi Italiani siamo stati spesso i pionieri nel campo elettrotecnico, quando non lo fummo assorbimmo rapidamente ed applicammo le novità altrui, e gli Americani stessi, che in questo sono più generosi di altri Paesi amici, lo riconoscono senza esitazione. Oggi lo studio di quello che si va facendo negli Stati Uniti, che sono indubbiamente alla testa del movimento, può essere assai utile a noi. Molte delle ragioni del loro successo non potremo farle nostre, per la dura necessità delle cose, altre lo potremo senza difficoltà, e la genialità italiana farà il resto.

LA TELEFONIA AD ALTA FREQUENZA SULLE CONDUTTURE INDUSTRIALI COI SISTEMI "ARTURO PEREGO"

Ing. G. GIORGI

E' universalmente noto come per gli Esercenti di Imprese Elettriche la necessità di un chiaro, rapido e sicuro mezzo di comunicazione fra i centri produttori e quelli distributori sia andata via via aumentando col crescere dell'importanza e dell'imponenza delle prestazioni richieste agli Impianti. Oramai e per la lunghezza delle grandi arterie di trasmissione e per la complessità dei servizii che sono loro affidati, le maggiori Aziende Elettriche hanno adottato contemporaneamente più mezzi di comunicazione accoppiando il telefono al telegrafo, costruendo linee in doppio e la tecnica costruttiva del telefono industriale, a sussidio degli Impianti di produzione e di distribuzione, ha dovuto adattarsi alle crescenti necessità e così produrre apparecchi sempre più efficienti anche per lunghissime distanze e che offrissero sicurezza alle persone e nell'esercizio di linee parallele o sottoposte alle condutture di alta tensione.

La costruzione dei dispositivi speciali ed antiduttivi è ora entrata nella pratica applicazione di tutte le nostre maggiori e minori Aziende Elettriche e quindi è inutile farne cenno per quanto riguarda le condutture influenzate dall'alta tensione; ma poichè questi dispositivi, che pure possono funzionare con un filo a terra, non hanno più alcuna efficienza quando si verifichi la soluzione di continuità di uno o di ambedue i conduttori, era necessario di sovvenire anche a questo caso, che si verifica spesso in occasione di contemporanei disservizii nelle condutture industriali, quando appunto la necessità di accordi fra i Centri produttori e le reti di consumo è più sentita.

Uno dei nostri più valenti e modesti Industriali, il Sig. Arturo Perego di Milano, ha ripreso ed ormai risolto il problema, avvalendosi di precedenti esperimenti e studii che erano stati felicemente attuati fin dal 1913 sugli Impianti della Società dell'Adamello e che traggono la loro origine da principii e da tentativi che nel 1897-98 erano stati eseguiti a scopo colturale e di dilettantismo subito dopo la meravigliosa scoperta di Marconi, sempre nello intento di avvalersi come rotaia dei fasci di conduttori di energia per la trasmissione delle vibrazioni.

Per lanciare onde ad alta frequenza modulata su una conduttura elettrica si possono eseguire evidentemente un'infinità di metodi avvalendosi di trasformatori, di neutri artificiali o naturali, di serie di condensatori e resistenze, ma il Sig. Perego ha creduto di attenersi al suo originale metodo più economico che era quello di costituire un semplice condensatore che aveva per una delle armature la linea industriale e per altra un filo teso parallelamente per alcune decine di metri ai conduttori di energia stessi; questo filo, che funzionava così come fosse un'antenna, veniva collegato ai termini della conduttura rispettivamente alla Stazione trasmittente e ricevente. Detto sistema permise già nel 1913 la perfetta trasmissione e ricezione di segnali fra Cedegolo e Sesto (separati da una distanza di km 120) sugli Impianti della Società dell'Adamello. Allora, quella che funzionava come antenna orizzontale e che per semplicità continuerò a chiamare così, era eccitata da un rocchetto di Rhumkorff interrotto nel suo primario dal manipolatore di un apparecchio Morse e collegato col suo secondario ad un rudimentale oscillatore di Hertz di cui un polo era a terra e l'altro collegato all'antenna stessa; l'antenna ricevitrice invece era collegata ad un detector elettrolitico connesso ad una cuffia apposita montata su di un circuito oscillante intonato coll'onda emessa dalla Stazione trasmittente. In successivi esperimenti vennero poi usati detector a galena ed un ordinario coherer. In quell'occasione tanto l'antenna trasmittente quanto la ricevente erano collegate ad un circuito orizzontale connesso alla terra, il quale aveva la funzione di eliminare tutte le correnti di natura perturbatrice rispetto alla trasmissione utile.

Nel 1920 si ebbe notizia che all'estero la Telefunken ed altre Case tedesche avevano attuato impianti, partendo dallo stesso principio dell'antenna orizzontale e parallela alle condutture industriali; di altre applicazioni che vennero fatte in seguito con sistemi analoghi questo nostro Giornale ha dato via via cenno.

La Società Brevetti Arturo Perego, anche per aderire a lusinghiere domande di alcune fra le nostre maggiori Aziende Elettriche, ha rimesso allo studio la questione, risolvendola con l'aiuto di quel meraviglioso strumento che è la valvola termoionica. Infatti nello scorso mese di Giugno si poterono perfettamente trasmettere e ricevere conversazioni fra due Stazioni installate alla Centrale della Resiga ed alla Sottostazione di Sesto S. G. della Società Generale Edison di Elettricità; questa prima applicazione in Italia di telefonia ad alta frequenza fu attuata dal Sig. Perego col concorso del Sig. Ing. Guastalla della predetta Società Edison, la quale mise cortesemente a disposizione le proprie installazioni; gli apparecchi messi in funzione traggono la loro origine dai primi esperimenti cui ho fatto cenno sopra e si fondano sugli identici principii rimasti immutati, integrati da nuovi dispositivi di estrema semplicità che hanno dato il modo di corrispondere assai nitidamente e senza alcuna perturbazione nè interferenza. In occasione di un convegno di Industriali Elettrotecnici sul Lago Maggiore, nella seconda decade dell'ultimo Settembre, gli esperimenti vennero ripetuti con altrettanto successo, lungo la conduttura Pallanza Cannobio della Unione Esercizi Elettrici ed i Convenuti poterono *de visu* convincersi della praticità e della estrema semplicità dei mezzi impiegati per attuarli.

Nella supposizione che a chi scorre queste note siano noti i concetti primi della r. t. e le proprietà dei triodi che furono già così nitidamente e compiutamente illustrate in questo nostro Giornale da eminenti specialisti, descriverò brevemente i dispositivi Perego che ci intrattengono.

In via generale le Stazioni emittenti sono costituite da un complesso di valvole termoioniche, di capacità, di induttanze e di resistenze ohmiche regolabili, le quali generano delle onde vettrici modulate dalle correnti di un ordinario microfono. Queste onde vettrici dall'antenna orizzontale influenzano i fasci dei fili della linea industriale e si convogliano lungo di essi. Alla stazione ricevente trovano un'altra antenna sintonizzata per la loro frequenza, sono captate, selezionate e raddrizzate da un opportuno sistema di apparecchi che in più le magnificano e le mettono in grado di far funzionare il ricevitore di un ordinario telefono.

Lo schema fig. 1 rappresenta il gruppo ideato e brevettato dal Sig. Perego per la stazione trasmittente.

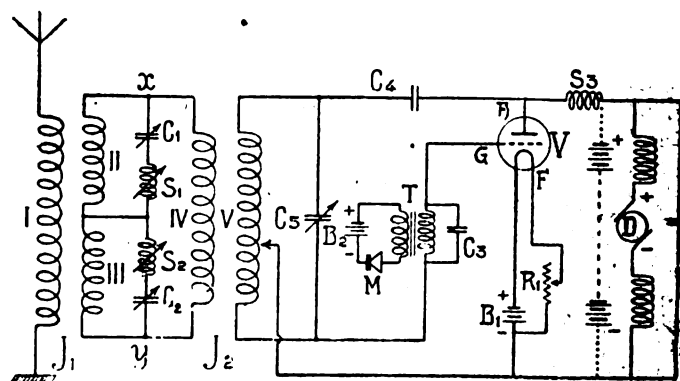



Fig. 1.

E' caratteristica la disposizione dei jiggers j_1 ed j_2 i quali hanno lo scopo di lasciar circolare solo le frequenze di una predeterminata lunghezza d'onda, ostacolando le altre e particolarmente intercettandone alcune in modo che si possano ascoltare le sole conversazioni di determinate frequenze e così realizzare un sistema selettivo e mantenere la segretezza delle conversazioni fra i posti sintonizzati, eliminando le altre.

Il primo jigger è collegato, a mezzo del suo secondario *I* fra l'antenna trasmettente e la terra; i primarii *II* e *III* hanno eguale numero di spire, ma avvolte in opposizione e si uniscono al secondario di un nuovo jigger j_2. Ciascuna delle bobine primarie *II* e *III* è shuntata da un circuito c^1 s^1 e c^2 s^2 tali da determinare il primo un anticipo di fase, il secondo un ritardo per una determinata frequenza, così componendosi vettorialmente possono dare la massima risultante per la lunghezza di onda scelta. Il primario del secondo jigger *V* è intonato a mezzo del condensatore variabile c^5 per l'onda che si vuole generare ed è collegato infine alla Stazione che costituisce la generatrice modulatrice ad alta frequenza.

I componenti di tale Stazione sono stati scelti colla preoccupazione di rendere quanto più semplice fosse possibile il complesso e sono:

la valvola termoionica *V*, a vuoto spinto:

il circuito microfonico comportante la batteria B^2, il microfono *M* e la bobina d'induzione *T*;

una sorgente di corrente continua *D* ed una induttanza S^3.

La valvola ha il filamento F, la griglia G e l'anodo A collegati induttivamente a mezzo del primario V del jigger j_2 epperò per la nota proprietà dei triodi genera onde persistenti di lunghezza determinata dal circuito oscillatorio V c^5.

Parlando col microfono M le variazioni del potenziale di griglia creano corrispondenti variazioni di intensità, amplificate sul circuito anodico A. Tali variazioni si sovrappongono alle onde persistenti (onde vettrici) che risultano così modulate relativamente alle variazioni dovute alla parola. Le onde vettrici ora dunque modulate passano all'antenna orizzontale e da questa si convogliano lungo i fasci dei conduttori industriali come ho più sopra accennato.

La fig. 2 dà lo schema della Stazione ricevente:

Ci sono anche qui i due jiggers intonati per l'onda vettrice che deve essere captata. In posizione di riposo il secondario V a mezzo del

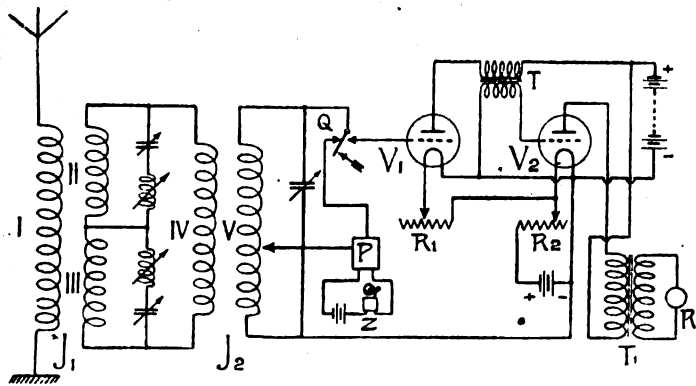



Fig. 2.

commutatore Q comunica con uno speciale relais P atto ad essere influenzato dalle onde persistenti lanciate dalla Stazione emittente; il funzionamento del relais fa agire il circuito accessorio Z di suoneria e così viene realizzata la chiamata nella Stazione ricevente per comando di quella emittente. Quando la Stazione ricevente è stata avvertita e vuole mettersi in conversazione, manovra il commutatore Q e allora il secondario V del jigger viene inserito sul circuito di griglia della valvola V' che ha la funzione di raddrizzare e rendere così udibili le onde modulate e captate.

Il reostato R' regolando l'incandescenza del filamento permette di utilizzare quella parte della curva caratteristica del triodo che rende massimo l'effetto raddrizzatore. La seconda valvola V^2, che alla sua volta ha un reostato di griglia per funzionare nel punto della caratteristica del triodo in cui è massimo lo speciale effetto commessole, adempie alla funzione magnificatrice ed è collegata col trasformatore T alla prima valvola. Da ultimo il trasformatore T^2 riduttore (che può essere anche eliminato) serve per il collegamento induttivo della valvola magnificatrice col telefono ricevente.

Il funzionamento dei dispositivi che ho sommariamente descritti richiesero, negli esperimenti fatti sulle reti della Società Edison e dell'Unione Esercizii Elettrici, potenze piccolissime (circa 20 watt) e si ottenne una perfetta corrispondenza nei due sensi senza alcuna riflessione od interferenza, anzi, e questo è molto notevole e servì a controllare il funzionamento del circuito trasmittente, chi parlava, mentre udiva assai forte e non deformata la voce del corrispondente situata all'altra Stazione, sentiva la propria con intensità non maggiore di quella che si percepisce in un ordinario telefono. Questo risultato era stato raggiunto mediante speciali dispositivi selettori, che permettono l'uso di lunghezze d'onda diverse per la corrispondenza in ciascuno dei sensi.

LETTERE ALLA REDAZIONE

Sulla misura della velocità dei proiettili.

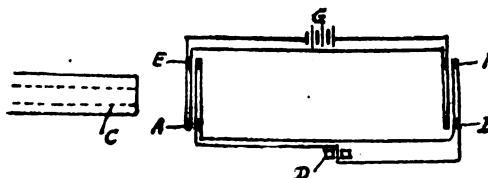
Riceviamo e pubblichiamo:

Roma, li 12 Ottobre 1921.

Illustre Direttore,

In un recente fascicolo del noto periodico francese « Technique Moderne » *è descritto un interessante metodo per la misura della velocità dei proiettili ideato dal Prof. Glazebrook.*

Questo metodo consiste nel far passare il proiettile nell'interno di una o più bobine e di misurare la f. e. m. o la intensità della corrente che in tal modo vi si può indurre. Facendo una registrazione cronografica simultanea è possibile dedurre la velocità del proiettile dalla conoscenza del tempo impiegato da questo a passare da una bobina all'altra. La figura rappresenta una realizza-

zione pratica di questo sistema. Le bobine — come si vede — sono quattro; due destinate a produrre un campo magnetico costante e due, collegate con galvanometro, destinate a divenire sede della corrente indotta. L'inventore ritiene anche possibile di sistemare le bobine sopra un cannone in modo da registrare la velocità nell'interno dell'anima e dedurne la legge di variazione col tempo e quindi calcolare esattamente la velocità iniziale.

Credo utile portare a conoscenza del nostro pubblico tecnico che lo stesso sistema — identico in tutti i particolari — fu ideato ed esperimentato dal Vice Ammiraglio Ernesto Simion fin dal 1905.

Le prove di Laboratorio con velocità molto ridotta dettero risultati soddisfacenti, non altrettanto accadde per le prove di Balipedio nelle quali il proiettile attraversava le bobine con velocità di qualche centinaio di metri al secondo.

Il Prof. Vallauri che ebbe ad occuparsi dell'argomento spiegò l'insuccesso con l'ipotesi che il rapido passaggio del proiettile non permettesse alla magnetizzazione di penetrare profondamente nella massa del ferro riducendo così la variazione del flusso. Perciò la corrente indotta, che si compone di due semionde aventi eguale quantità di elettricità, richiederebbe per la registrazione mezzi rapidi e più sensibili di un ordinario galvanometro. Recentemente lo stesso Prof. Vallauri ha studiato un tipo di relais a scatto basato sull'uso delle valvole ioniche che si spera possa rendere possibile la registrazione.

Non è quindi escluso che il metodo il quale, con opportune modificazioni, consentirà forse la misura della velocità iniziale dei cannoni di bordo senza sistemazioni esterne, possa fare il suo ingresso nel campo della pratica e perciò ritengo giusto rivendicarne il merito dell'invenzione al nostro Ammiraglio Simion.

GIUSEPPE PESSION
Cap. di Fregata

★

Su un nuovo accumulatore leggero.

Riceviamo e pubblichiamo:

Torino, li 29 Ottobre 1921.

Ill.mo Signor Redattore Capo del giornale L'Elettrotecnica
MILANO

Leggo nel N. 28 del 15 corr. del Giornale, un articolo a firma Ing. F. Rossi, nel quale si parla del mio accumulatore. Vengo a chiederle ospitalità; non per entrare in una discussione di ordine tecnico, data la natura dell'articolo, ma per rettificare alcuni dati di fatto e completare alcune citazioni.

Ed ecco quanto desidero far presente:

1° — *Le pubblicazioni a cui accenna l'articolo non hanno avuto mai la pretesa di essere uno studio completo del mio elemento; ma sono un seguito di dati e cifre ottenute in esperienze fatte da distinti tecnici, il cui nome è riportato per ogni esperimento.*

Se l'Ing. Rossi desiderava seriamente occuparsi del mio accumulatore, e nelle pubblicazioni su dette non trovava elementi sufficienti di giudizio, non aveva che a rivolgersi a me; ben volentieri gli avrei forniti i dati utili.

2° — *Non si sono mai fatti paragoni fra i miei accumulatori e quelli Tudor italiani; ma per tale confronto si sono scelti elementi di altra fabbrica italiana, per le loro qualità tecniche superiori ai primi.*

3° — *L'articolo in parola si occupa diffusamente delle esperienze fatte praticamente dalla Direzione Generale delle Ferrovie;*

ma dimentica di riportare i risultati finali di tali esperienze; risultati che mi permetto di riportare:

a) *mentre attualmente si trasporta sulla linea Roma-Torino un chilogrammo di batterie per 1719 metri di percorso onde assicurare il servizio di illuminazione e riscaldamento del caffè sopra i vagoni-letto, con le mie batterie si è potuto assicurare l'identico servizio trasportando solamente un chilogrammo di batteria per 9394 metri di percorso.*

b) *le attuali batterie dopo un certo periodo di tempo corrispondente ad un dato lavoro, vengono sottoposte ad un esame periodico, onde effettuare le riparazioni e ricambi quasi sempre necessari onde assicurarne il funzionamento; le mie batterie, quantunque esaminate dopo aver fatto un lavoro doppio dell'abituale, furono trovate in perfetto stato e poterono essere messe nuovamente in servizio senza nulla cambiare o riparare.*

Sono fatti precisi ed indiscutibili dai quali non si può fare astrazione nel giudicare l'esperienza.

4° — Il Prof. Miolati, dell'Università di Padova, che è certamente uno dei più distinti elettrochimici italiani, prima di eseguire alcune esperienze interessantissime non ancora di pubblica ragione, ha esaminato le pubblicazioni in parola, ricavandone deduzioni ben diverse da quelle a cui giunge l'autore dell'articolo.

Del resto fra breve conto iniziare un esperimento su larghissima scala, deliberato dalla Direzione Generale delle Ferrovie; esperimento che avrà luogo anche in quelle zone ove, come l'Ing. Rossi ben sa, altri accumulatori diedero risultati ben meschini. Si avranno allora dati pratici numerosi su cui fondare un giudizio sereno. Dati ben più sicuri che non le indicazioni riportate da cataloghi commerciali.

Quanto alla chiusa dell'articolo, mi permetto ricordare all'Ing. Rossi che l'attuale accumulatore a piombo dal punto di vista termo-chimico è un apparecchio perfetto; e quindi per trovare la soluzione del problema dell'accumulazione elettrica è indispensabile seguire altre vie; ossia perfettamente il contrario di quanto affermato nell'articolo stesso.

Ringraziandola dell'ospitalità che non dubito vorrà accordare a questa mia, Le porgo i sensi del mio ossequio.

devotissimo: Ing. ADOLFO POUCHAIN

:: SUNTI E SOMMARI ::

MATERIALI.

O. STEELS — **Determinazione della densità dell'olio per trasformatori.** (R. G. E., 21 maggio 1921, vol. IX, n. 21, pag. 715.

L'A. indica due metodi per la verifica corrente della densità degli olii; uno già noto, perchè è un caso particolare del metodo generale della determinazione della densità per galleggiamento, l'altro è stato ideato da lui e l'A. ritiene che sia inedito.

Per applicare il primo si versano in due provini due diverse mescolanze di alcool ed acqua le cui densità siano rispettivamente 0,85 e 0,95 a 15° C. Il campione di olio si versa a mezzo di una pipetta alla sommità del provino a 0,95 di densità ed in fondo a quello a 0,85. Se la densità dell'olio è compresa fra i limiti delle due soluzioni le gocce d'olio in forma di sfera restano alla superficie in un provino ed in fondo all'altro.

L'applicazione del secondo metodo richiede un tubo di vetro T (fig. 1) di 10 mm di diametro, lungo circa m 1,25 e recante una graduazione a partire da 80 mm dall'estremità inferiore e per una lunghezza di un metro; la graduazione deve essere millimetrica a partire dalla quota 850 sino a 1000 mm. Aspirato l'olio da provare nel tubo per la lunghezza di un metro e cioè sino a quota 820 mm lo si pone in un tubo più grande T_1 chiuso inferiormente e pieno di acqua distillata a 15°. Manovrando il tubo T si consente all'acqua di penetrarvi sino all'origine 0 della scala, il livello superiore dell'olio si troverà così a quota 1000 o ad altra H. Detta h l'altezza della colonna d'acqua del tubo T_1 misurata sulla stessa graduazione del tubo T, d la densità dell'olio e d_a quella dell'acqua a 15° C si ha per l'equilibrio:

$$H d = h d_a$$

Se H si fa eguale a 1000 si ha

$$d = \frac{h}{1000}$$

poichè la $d_a = 1$. Così con una lettura diretta si ha la densità cercata.

A. Bz.

* *

TRAZIONE.

H. E. O' BRIEN — **L'impiego della locomotiva elettrica nella grande trazione ferroviaria.** (Journal of the Institution of Electrical Engineers, settembre 1920, pag. 858).

L'autore premette una breve storia dello sviluppo della trazione elettrica, dalla sua prima applicazione pratica sulle reti londinesi nel 1890; ed osserva come tale sviluppo sia dovuto essenzialmente a circostanze locali: in Italia alla mancanza di carbone; in Isvizzera e in Norvegia alla ricchezza di energia idroelettrica facilmente sfruttabile; in America alla difficoltà di ventilazione delle numerose gallerie. Il successo dei primi impianti portò la loro rapida diffusione così che oggi si può calcolare che 1200 locomotive elettriche siano in servizio sulle varie reti del mondo. Circa i sistemi adottati, si nota nei paesi dell'Europa continentale una certa preferenza per la corrente alternata, mentre nei paesi Anglo-Sassoni è più diffuso l'impiego della corrente continua.

Non ci sono speciali ragioni tecniche che possano giustificare tale differenziazione la quale è una conseguenza, più che d'altro, dell'orientamento dei primi tentativi.

Passando all'analisi della locomotiva elettrica l'autore osserva come il suo studio sia andato via via perfezionandosi attraverso l'esperienza ed accenna:

al grande vantaggio di questo mezzo di trazione sulle linee a forti pendenze;

alla necessità che si presentò ben presto di innalzare il centro di gravità dei motori montati su carrelli, per evitare un'usura troppo rapida delle rotaie nelle curve ed alla soluzione conveniente che si raggiunse montando i motori inclinati di 45° perchè in tal modo non si ingombrava eccessivamente lo spazio sovrastante, dove devono trovar posto tutti gli apparecchi ed i macchinari accessori i quali richiedono una sorveglianza ed una manutenzione più severa che non i motori;

alla necessità di limitare il diametro degli ingranaggi per avere un certo margine (almeno 18 cm) fra la scatola di questi ed il piano del ferro;

all'inconveniente della rottura degli assi motori dopo un certo periodo di servizio che si presenta nel comando con ingranaggi (nella « Lancashire and Jorkshire Railway » si potè constatare che le prime incrinature negli assi si manifestavano dopo un percorso di circa 270 000 km con motori di 250 HP) ed al rimedio che si è cercato per tale inconveniente bullonando l'ingranaggio sulla ruota motrice;

infine alla convenienza di utilizzare le varie combinazioni di collegamento in serie ed in parallelo dei motori negli avviamenti e per variare la velocità.

Sono riportate, in seguito, alcune curve comparative fra la locomotiva elettrica e la locomotiva a vapore, rappresentanti i risultati di prove eseguite dalla « Lancashire and Yorkshire Railway » allo scopo di determinare i valori dello sforzo di trazione, della resistenza al moto e della potenza sviluppata in funzione della velocità con treni di peso variabile rimorchiati, nelle stesse condizioni, da locomotive elettriche e da locomotive a vapore di peso press'a poco eguale (110 tonn.).

L'autore stabilisce quindi un confronto fra la locom. a vapore e la locomotiva elettrica.

Indipendentemente dai vantaggi inerenti alla soppressione della caldaia e cioè l'abolizione dei pesi morti dell'acqua e del carbone, l'assenza del fumo ecc., la locomotiva elettrica presenta altre caratteristiche favorevoli rispetto alla locomotiva a vapore e principali fra esse:

la costanza del rendimento meccanico in corrispondenza ai diversi sforzi di trazione e durante tutto il periodo di servizio della locomotiva, contrariamente alla locomotiva a vapore nella quale l'invecchiamento porta una progressiva diminuzione del rendimento;

la grande uniformità dello sforzo di trazione e conseguentemente l'aderenza migliore (fino al 20%);

la caratteristica di autoregolazione del motore in serie nel quale coll'aumentare della velocità diminuisce lo sforzo di trazione;

la possibilità di raggiungere colla locomotiva elettrica potenze del 50% superiori a quelle della locomotiva a vapore senza oltrepassare i limiti di peso e di sagoma normali e quindi possibilità di servire un traffico più intenso senza che sia necessario modificare l'armamento ed i manufatti delle linee attuali;

le minori spese di manutenzione e l'economia di carbone. Dal confronto dei risultati di esercizio di varie reti, l'autore desume che l'economia sulla manutenzione possa arrivare al 33% e l'economia di carbone al 50%. Inoltre le riparazioni ordinarie della locomotiva elettrica sono molto più lievi di quelle della locomotiva a vapore e si limitano, di massima, alla tornitura periodica di cerchioni e, ad intervalli più lunghi, al rifacimento degli avvolgimenti indotti dai motori.

Fra gli inconvenienti l'autore accenna alle difficoltà derivanti dal filo aereo di contatto o della terza rotaia, ed al costo più elevato per unità di peso di una locomotiva elettrica in confronto di una locomotiva a vapore di egual potenza massima. A questo proposito però nota come questa differenza potrà scomparire quando anche la costruzione della locomotiva elettrica sarà uscita dal campo delle prove e dei tentativi e se ne potrà iniziare la grande costruzione in serie su schemi ben definiti ed uniformi.

Passando infine ad esaminare la questione dell'elettrificazione dal punto di vista finanziario l'autore afferma come vi sia una densità di

traffico limite al di sotto della quale le economie d'esercizio non potrebbero più rimunerare il capitale necessario per la trasformazione. L'esperienza in questo campo è ancora così limitata che non è possibile stabilire a priori questo limite; però siccome il tecnico dispone ormai di dati sicuri tanto per lo studio di una locomotiva elettrica quanto per la compilazione di un progetto di elettrificazione e può quindi prevederne esattamente il costo ed il rendimento, il giudizio sulla convenienza o meno di una elettrificazione è ridotto essenzialmente ad un problema di traffico che può essere risolto caso per caso.

(*g. a. r.*)

* *

VARIE.

G. ESTOPPEY — **L'infinitamente piccolo e l'infinitamente grande.**

1\. — Nulla può dare, forse, una idea meno vaga della estrema varietà dell'universo del quale facciamo parte e del significato affatto relativo degli aggettivi « grande » e « piccolo » che adoperiamo d'ordinario con tanta disinvoltura, quanto il confronto fra gli ordini di grandezza delle entità fisiche principali che entrano nelle nostre considerazioni e che conosciamo più o meno esattamente: lunghezze, volumi, masse, velocità, energia, etc. Apparirà così come « infinitamente piccolo » e « infinitamente grande », intese queste locuzioni, ben inteso, nel senso fisico di *estremamente* piccolo o grande, non nel senso matematico — siano locuzioni vuote di significato, in quanto il progresso della scienza ci rivela di continuo nuove entità, sempre più piccole delle più piccole conosciute e più grandi delle più grandi note. V'è un limite alla piccolezza od alla grandezza di alcune o di tutte queste entità? L'avvenire si incaricherà di rispondere; per quanto il successo attuale di alcune teorie di grande importanza renda alquanto probabile, fino da ora, una risposta affermativa, almeno parzialmente.

2\. — *Lunghezze.* Assumendo come unità di lunghezza il *metro*, la lunghezza d'onda media delle radiazioni luminose è rappresentata da appena 0,000.000.5; quella dei raggi X è mille volte minore; il diametro degli atomi è dell'ordine di grandezza di 0,000.000.000.1, ma è ancora enorme rispetto al diametro probabile degli elettroni negativi (forse vicino a 0,000.000.000.000.001) e quello dei nuclei positivi che ogni atomo contiene, diametro valutato da taluni come prossimo a 0,000.000.000.000.000.001. Questi nuclei sarebbero il corpuscolo più piccolo oggi conosciuto.

D'altro canto, sempre assumendo il metro come unità, le più alte costruzioni umane non superano i 300 metri (Torre Eiffel); le più alte montagne e le maggiori profondità oceaniche sono prossime ai 9000 metri; il diametro della terra è di 12.700.000 metri; la distanza della terra dalla luna è di circa 380 milioni di metri; quella dalla terra al sole è di 150 miliardi di metri; lo sviluppo dell'orbita del pianeta Nettuno è di 9000 miliardi di metri: un aeroplano che volasse alla velocità di 350 chilometri all'ora impiegherebbe circa 2500 anni a percorrerla!! Ma l'Astronomia è riuscita a misurare lunghezze ben maggiori. La stella più vicina a noi (Alfa Centauro) dista di 42 milioni di miliardi di metri (42.000.000.000.000.000): la luce, con la sua velocità di 300.000.000 di metri al secondo, impiega circa 4 anni e mezzo per superare questa distanza. Il diametro medio della magnifica nebulosa di Andromeda è tale che la luce impiegherebbe 6 anni per andare da un estremo all'altro. La Stella polare è a circa 46 anni di luce da noi; le più lontane fra le stelle della via lattea sono a circa 2000 anni di luce da noi. Ma il cannocchiale ci rivela l'esistenza di agglomerazioni stellari formidabilmente lontane, ad alcuni milioni, forse, di anni-luce.....

Il rapporto fra le dimensioni del nostro globo terrestre e quelle dell'Universo conosciuto è presso a poco eguale al rapporto fra le probabili dimensioni dei nuclei positivi dell'atomo e quelle d'una casa!

E se anche i nuclei positivi fossero dei veri mondi, formati da un numero enorme di parti più piccole? E se lo spazio che possiamo scrutare con i mezzi astronomici d'osservazione non fosse che una piccola parte, forse impercettibile, dell'Universo?

3\. — *Velocità.* Assumiamo l'ora come unità di tempo ed il km come unità di lunghezza.

La velocità media di un camminatore normale è prossima ai 6 o 7 km all'ora; quella dei treni express più veloci è appena 15 volte maggiore; quella dei più rapidi aeroplani è dell'ordine dei 350 km all'ora. La velocità d'una palla da cannone all'uscita dal pezzo, può giungere ai 4000 km all'ora. Ma la terra percorre la sua orbita facendo oltre 100 000 km all'ora, cioè circa 29 km al secondo; i relativamente lenti raggi α del radio fanno 30 000 km al secondo; la luce giunge ai 300 000 km al secondo, tre milioni di volte più veloce del più veloce aeroplano!

4\. — *Peso.* Assumiamo il grammo come unità di peso.

Un milligrammo di sale di radio emette, in ogni secondo, dei miliardi di particelle così tenui, che la perdita di peso subita dal sale è appena percettibile, con i mezzi più delicati, in capo a molti anni! L'elettroscopio può rivelare la presenza di un miliardesimo di milligrammo di sale di radio. Il senso dell'olfatto ci avverte della presenza di un centomilionesimo di milligrammo di jodoformio, e di quantità ancora minori di muschio. Lo spettroscopio rivela benissimo la presenza di un miliardesimo di grammo di sale da cucina.

D'altra parte, la terra pesa 5.500 miliardi di miliardi di tonnellate; ed occorrono 325.000 globi terrestri per fare il peso del sole (1.800.000.000.000.000.000.000.000.000 tonn.)!

5\. — *Tempo.* La terra impiega 86400 secondi per fare un giro intorno al proprio asse; ne impiega 31 milioni (un anno) per fare un giro intorno al sole.

Si hanno indizi per ritenere che il nostro globo abbia una età di parecchi milioni di secoli, e che da almeno due milioni di secoli sia cominciata l'evoluzione organica. D'altra parte, mentre la vita umana dura, in media, 70 anni, la vita di certe farfalle è solo di poche ore; l'intera vita di certi bacterî non dura più d'una piccola frazione di secondo!

6\. — *Potenza.* Assumiamo il kilowatt come unità di potenza. Un uomo robusto, lavorando di continuo, difficilmente sviluppa più di 1/12 di kW; la più pesante locomotiva ne sviluppa 3500; la più potente turbina a vapore sino ad oggi costruita giunge a 50.000 kW; le turbine idrauliche installate presso le cascate del Niagara sviluppano già oltre 450.000 kW, pur non utilizzando che un decimo, circa, della potenza totale delle cascate. Ma di tutt'altro ordine di grandezza sono le cifre relative ai fenomeni astronomici. La potenza occorrente per costringere il globo terrestre a descrivere la sua orbita intorno al sole è dell'ordine di due mila miliardi di miliardi di miliardi di kW, un numero che ha 31 cifre!

7\. — *Grandezze termiche e luminose.* L'unità di calore è la *caloria*, equivalente a 425 kgm. Il sole irradia ogni secondo circa 100.000 miliardi di miliardi di calorie; delle quali il nostro globo non raccoglie che la duemiliardesima parte, pari sempre alla rispettabile cifra di circa 40.000 miliardi di calorie per secondo, corrispondenti alla combustione completa, *in ogni secondo*, di 5 miliardi di kg di ottimo carbone fossile; la metà del consumo *annuo* dell'Italia!

D'altra parte, taluni dei nostri apparecchi elettrici di misura rendono ancora apprezzabili delle correnti elettriche così deboli, che circolando nell'apparecchio impiegherebbero dei milioni di anni a sviluppare 1 caloria per effetto Joule!

L'intensità luminosa del sole è espressa, in candele, da un numero di 27 cifre: ed è così enorme, che sulla terra, alla distanza di 150 miliardi di metri è ancora capace di produrre delle illuminazioni di molte diecine di migliaia di lux. I più potenti proiettori da noi costruiti raggiungono l'intensità luminosa di qualche diecina di milioni di candele, un numero che ha appena otto cifre, entro angoli solidi piccolissimi.

E noi conosciamo dei soli, (Canopo, Beteigeuze) il cui volume è alcuni milioni di volte maggiore di quello del nostro sole!

8\. — *L'atomo e l'energia interatomica.*

Il numero di atomi di idrogeno contenuti in 1 mm^3 di gas (alla temperatura e pressione normali) è dell'ordine di circa 36 milioni di miliardi (36.000.000.000.000.000); ed ogni atomo contiene degli elettroni negativi (almeno uno) la cui massa è appena 1/2000 di quella dell'atomo. L'energia *interatomica* che viene messa in libertà quando l'atomo si *dissocia* è veramente colossale. La teoria della relatività conduce alla conclusione che la dissociazione d'*un grammo* di materia libererebbe circa 27 milioni di kW-ora, cioè la stessa quantità di energia che, sotto forma termica, svilupperebbe la combustione di 3 milioni di kg di carbone! Questa quantità di energia sarebbe sufficiente a far fare parecchie volte il giro del globo ad un treno del peso di 500 tonnellate.

E' impossibile *immaginare*, per quanto si possano allineare delle cifre sulla carta, la quantità di energia che libererebbe la dissociazione di masse come quella del nostro sole!

9\. — Una volta, i più piccoli esseri viventi conosciuti avevano delle dimensioni dell'ordine del millimetro. Oggi, il microscopio ci ha rivelato che 1 mm^3 di tripoli può contenere i gusci calcarei di un paio di milioni di esseri; che una goccia d'acqua limpida può contenere un centinaio di miliardi di batterî, ciascuno dei quali ha una struttura sua particolare; sicchè un minuscolo insetto, appena visibile ad occhio nudo, è contemporaneamente piccolissimo rispetto a noi, enorme rispetto questi batterî.

E, rimanendo a noi, l'orecchio non percepisce come *suono* che le vibrazioni longitudinali dell'aria di frequenza compresa fra circa 20 e circa 30.000; l'occhio, invece non *vede* che le radiazioni aventi la inconcepibile frequenza compresa fra circa 400.000 miliardi e 700.000 miliardi (al secondo). Quale mondo incomparabilmente diverso ci apparirebbe quello in cui ci troviamo ove questi limiti si scostassero o, comunque, si modificassero; ove, ad es., il nostro occhio fosse impressionato da quelle radiazioni ad altissima frequenza (raggi X) il cui studio ha fatto così avanzare, di recente, la nostra conoscenza della struttura dei corpi, oppure dalle radiazioni elettromagnetiche che si incrociano continuamente nello spazio e la cui frequenza è molti miliardi di volte minore di quella della luce!

:: :: :: CRONACA :: :: ::

APPLICAZIONI TERMICHE.

Riscaldatore elettrico per chiodi. — La Leeds Electrical Construction Co. costruisce un apparecchio automatico per riscaldare i chiodi, che consiste di un tubo refrattario riscaldato mediante un avvolgimento esterno e tenuto continuamente in rotazione da un motore elettrico. I chiodi sono immessi ad un estremo del tubo, posto orizzontalmente, e sono spinti dal movimento ad uscire dall'altro estremo, alla temperatura opportuna per la ribaditura. Il chiodo è, dal moto rotatorio, trasportato per un breve tratto, dopo il quale ricade, ruotando intorno alla punta (a causa del maggior diametro della testa) e percorre per un poco longitudinalmente il tubo per subire una successiva rotazione e così di seguito. La durata del passaggio dipende dal calibro, dal rapporto tra questo e la lunghezza, dalla velocità di rotazione, ecc. così che è facile regolarla in modo conveniente. In una prova con un apparecchio adatto a riscaldare in 1' 4 chiodi di diametro fino a 19 mm e lunghi 50 mm si ebbe un consumo di energia di 0,02 kWh per ogni chiodo riscaldato, compresa l'energia assorbita dal motore.

e. m. a.

CONDUTTURE.

L'industria dei cavi in Inghilterra. — Il Socio corrispondente Ing. Martinez ha trasmesso copia della « Relazione sulla Industria dei Cavi » presentata al Parlamento Inglese recentemente da un Sub-Comitato dello « Standing Commitee on Trusts ».

Facciamo seguire un riassunto della Relazione stessa, di cui i Soci potranno eventualmente prendere visione nel suo testo originale presso l'Ufficio Centrale dell'A. E. I.

Il compito assegnato al Sub-Comitato era quello di indagare se esistessero fra i costruttori o i venditori di cavi per condutture elettriche, degli accordi di qualsiasi genere e se questi potessero avere influenza sulla produzione e sui prezzi.

La Relazione mette in evidenza come si tratti di una industria da lungo tempo fiorente in Inghilterra dove non ebbe mai seriamente a temere dalla concorrenza estera. Gli industriali inglesi hanno sempre potuto disporre di ottime materie prime e di mano d'opera esperta così che la loro produzione fu sempre assai ricercata.

L'aumento di prezzo subito dai cavi da prima della guerra ad oggi è moderato relativamente ad altri prodotti industriali. La Relazione ritiene che l'aumento medio sia circa del 50% in generale e che salga a 100% per grossi cavi sotterranei. Tale aumento è dovuto in parte ai materiali (di cui però alcuni, come la gomma sono diminuiti di prezzo fino del 50%) ma specialmente alla mano d'opera il cui costo, secondo la Relazione, è aumentato del 200% rispetto al 1914.

Il Comitato non ha riconosciuto l'esistenza di alcuna combinazione di Ditte controllate da un organo centrale per quanto riguarda il capitale e la produzione. Tuttavia esistono alcune Associazioni che possono esercitare notevole influenza sulla industria dei cavi.

La più importante fra queste è la « Cable Makers' Association » fondata nel 1899. Ad essa si deve la standardizzazione delle dimensioni dei conduttori, degli spessori degli isolanti e del rivestimento in piombo.

Il capitale complessivo delle Ditte facenti parte della Cable Makers' Association rappresenta circa l'80% di quello impiegato in questa industria, e la produzione loro rappresenta circa il 90% della produzione inglese totale.

L'Associazione come tale non si occupa dei prezzi di vendita, però tali prezzi vengono combinati fra gli associati, e di tempo in tempo si pubblicano dei listini. Di mutuo accordo viene pure fissato il massimo sconto da concedere. Uno sconto speciale del 5% viene concesso a chi si impegna ad acquistare certi tipi di cavi esclusivamente dai membri della Associazione. Vi sono però anche importanti Ditte che non fanno parte della Associazione.

Risultò al Comitato che i prezzi fatti da queste Ditte sono sempre più bassi di quelli praticati dalla « Association » in media di circa il 10%. Anche nei riguardi della qualità dei prodotti è opinione del Comitato che le Ditte isolate possano bene reggere al confronto colla « Association ». Sta però il fatto che in generale i più importanti consumatori preferiscono pagare un prezzo leggermente maggiore, pur di assicurarsi un prodotto della Association. Questa deve ritenersi benemerita dell'industria per avere iniziato e condotto ricerche e studi e aver mantenuto sempre un tipo di prodotto di qualità elevata che ha acquistato la fiducia dei mercati.

Un'altro gruppo di Ditte è rappresentato dalla « Telephone Cable Makers' Association » distinta dalla precedente benchè tutti i suoi membri siano anche soci della Cable Makers' Association. Essa rappresenta il 95% della produzione inglese; una sola Ditta non è consorziata. Le sue funzioni principali sono state quelle di fissare i prezzi di vendita e di assicurare ognuno dei suoi membri, che abbia ricevuto una ordinazione, dalla concorrenza degli altri membri. Ciò ha condotto spontaneamente ad una uniformità di prezzi. La produzione totale è acquistata dal Ministero delle Poste inglese; i contratti sono fondati sull'accertamento del prezzo di costo e la concessione di un utile stabilito, all'industriale.

La Relazione cita ancora la « High Conductivity Copper Association » che raccoglie le trafilerie di rame per i cavi. La Associazione stabilisce di tempo in tempo la percentuale che deve essere aggiunta al prezzo base della materia prima, rappresentata dal rame in sbarre, per determinare il prezzo di vendita del prodotto finito.

Il Comitato ha riconosciuto che non esiste nessun accordo fra quest'ultima Associazione e quelle dei costruttori di cavi nei riguardi di un trattamento di preferenza sia nei prodotti che nei prezzi.

Come conclusione della sua Relazione il Comitato crede di poter assicurare che allo stato presente delle cose l'interesse pubblico è, nei riguardi di questa industria efficacemente protetto.

La Relazione porta la data del 12 maggio 1921.

R. S. N.

ELETTROMETALLURGIA.

Forni elettrici per rottami. — La Società Forni elettrici di Alliance (Ohio) ha sperimentato con successo l'uso dei forni Baily, finora riservati ai materiali non ferrosi, per la fusione di rottami di ghisa o residuî di lavorazioni meccaniche, ottenendo prodotti ottimi. Con un forno da 105 kW e 1 tonn di capacità massima, furono consumati per 700 kg di ghisa, 318 kWh, per 1 tonn dello stesso metallo, 424 kWh e per 1 tonn di trucioli, 526 kWh. L'uso di questo forno richiede poco spazio, permette in una grande officina l'utilizzazione immediata degli avanzi della lavorazione meccanica, che altrimenti solo a lunga scadenza e a prezzi poco convenienti, si potrebbe vendere.

La rifusione di rottami può ripetersi senza rischio di fare assorbire solfo e quindi senza bisogno di aggiunte di ghisa fresca.

e. m. a.

ELETTROCHIMICA ED ELETTROSIDERURGIA.

Forni elettrici per cemento. — Nella Svezia, alle Ferriere di Domnarfvets, sono in prova forni elettrici per la produzione del cemento. Il loro vantaggio dipenderebbe non tanto dall'economia per l'uso del riscaldamento elettrico, che è minima, ma dal poter connettere questa industria a quella metallurgica, così da utilizzare nella prima, sul posto, le scorie della seconda, senza mandarle altrove. Il processo è di K. G. Wennerström.

La scoria, mista, se occorre, a calcare o calce, è fusa in un forno cilindrico ad asse verticale, rivestito internamente con carbonio o grafite. Un elettrodo massiccio è sospeso al centro, e le sue dimensioni e la sua posizione sono tali, che la resistenza elettrica tra esso e la suola sia minore di quella tra l'elettrodo e le pareti, così che il calore si svolga principalmente sotto l'elettrodo e si generi una proficua circolazione. La condotta deve esser tale, che nessun arco si formi e si eviti la produzione di carburo di calcio. Le prove sono state fatte finora con scoria fredda; usando scoria liquida si avrebbe forse maggiore economia e facilità di operazioni, salvo complicazioni ancora impreviste.

Il forno di Domnarfvets, da 3 tonn, ha m 2,20 di diametro e m 1,50 di altezza; assorbe 700 kW sotto 60 v; l'elettrodo ha m 0,70 di diametro. L'operazione dura 10 ore. Non si scarica completamente il cemento risultante, ma se ne lascia sempre tanto, da tenere l'elettrodo immerso. Il prodotto è variabile; può essere finemente polveroso, o può richiedere macinazione; se contiene molta calce, si sfarina all'aria. La produzione di Domnarfvets, si è mostrata di buona qualità, che migliora con la stagionatura. Per accelerarla, si aggiunge talvolta un po' di gesso al cemento.

Il consumo di energia dipende dalla composizione e dalla temperatura della scoria e dalla qualità della calce. Se la scoria è fredda, il consumo sale a 1200 kW per tonn di cemento, se è liquida, questa cifra scende a metà. Il consumo dell'elettrodo è di circa 10 mm in lunghezza, per operazione. Il metallo che si raccoglie al fondo del forno, si cola separatamente. Non solo le scorie degli alti forni, ma anche quelle dei forni per leghe ferrose si possono usare. Quest'industria, conveniente per la Svezia, priva di carbone e ricca d'acqua, lo è anche altrove quando ci siano Stabilimenti Siderurgici, di cui utilizzare i sottoprodotti sul posto.

e. m. a.

★

L'elettrosiderurgia negli Stati Uniti. — Nel 1920, la produzione americana di lingotti e getti di acciaio ottenuta da forni elettrici fu, con 502 152 tonn, prossima alla massima finora avuta, cioè a quella di 511 364 tonn del 1918, mentre che nel 1910, era stata di sole 52 141 tonn. La produzione di lingotti da forni elettrici, con 346 956 tonn è l'8,48% della totale produzione; laddove nel 1918, codesta percentuale, fu del 9,36 e nel 1910, del 2.

Il progresso nella produzione di getti elettrici, si vede dalla percentuale del totale che nel 1920 fu di 12.4% contro 11.4 nel 1919 e 4.5 nel 1917. Gli acciai speciali sono saliti dalle 926 tonn nel 1916 (cioè 1,3% del totale) a 11 710 tonn nel 1920 (cioè 17,1% del totale); la domanda di essi va sempre crescendo.

e. m. a.

IMPIANTI.

Le forze idrauliche svedesi. — Alla fine del 1920 la potenza idraulica installata complessivamente in Isvezia ammontava a 8 820 000 kW, cui si devono aggiungere altri 191 100 kW per impianti in corso di costruzione.

e. m. a.

MATERIALI.

La lega « Elektron ». — La Chemische Fabrik Griesheim Elektron produce una lega, detta elektron, che contiene l'80% di magnesio e altri metalli tra cui lo zinco. Ha aspetto simile all'alluminio ed è buona per fonderia e stampaggio. Il punto di fusione, che è di 630° C., non deve superarsi per più di 50°, altrimenti la sottile pellicola di ossido che galleggia alla superficie comincia a bruciare. In questo caso basta aggiungere composti di calcio che ha effetto protettivo e previene l'ossidazione, però rende il getto fragile e sensibile all'effetto dell'atmosfera. La resistenza alla trazione è di 10 - 15 kg per mm², con allungamento del 3 - 4% ed eguale induzione della sezione.

e. m. a.

✶

Il radio in Russia. — Recentemente sono stati scoperti negli Urali e nell'Ukraina, estesi giacimenti di pechblenda, e già una notevole quantità di minerale radio-attivo è stata fornita al laboratorio chimico dell'Accademia delle scienze di Pietrogrado. Finora 10 milligrammi di radio puro sarebbero stati ottenuti e si ritiene che dal minerale che ora si sta trattando, si ricaveranno almeno due grammi della preziosa sostanza.

e. m. a.

TRAZIONE E PROPULSIONE.

Un nuovo tipo di motrice per trazione elettrica tramviaria. (E. R. J. - 7 Maggio 1921 - pag. 858). — Per migliorare il servizio interurbano, disponendo treni più rapidi, sono stati eseguiti a Berlino esperimenti con un nuovo tipo di motrice di costruzione speciale e di dimensioni assai ridotte non raggiungendo l'altezza di m 2,50. Due di esse possono trainare un treno di 12 vetture. Le due motrici si dispongono una in testa ed una in coda e sono comandate entrambe dalla piattaforma anteriore della prima vettura. La presa di corrente è fatta a mezzo di pantografo disposto sul tetto della prima vettura. Ciascuna

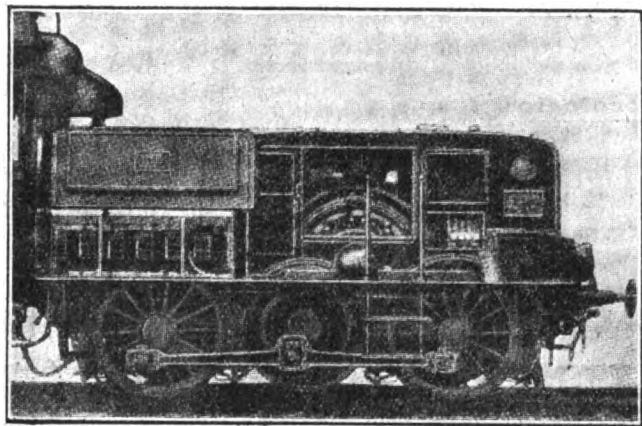



Fig. 1.

motrice è equipaggiata con un motore monofase a collettore della potenza di 600 HP orarii e 580 HP continui con ventilazione forzata, il quale comanda un asse ausiliario a mezzo di una riduzione ad ingranaggi con rapporto 1 : 3,54. L'asse ausiliario è accoppiato con biella e manovella ai due assi motori. Il telaio della motrice è essenzialmente costituito da un getto di acciaio fuso che comprende anche la parte inferiore della carcassa del motore.

Sopra uno degli assi è montato il trasformatore principale del tipo a secco della potenza di 650 kVA orari.

Circa 1/6 della potenza del trasformatore è richiesta per il riscaldamento dei treni. Un ventilatore di 15 kW provvede al raffreddamento del motore e del trasformatore. Dall'altra parte del motore, sopra il secondo asse, sono disposti il gruppo compressore, l'interruttore in olio e le sabbiere. La distanza fra gli assi è di m 2,90, il diametro delle ruote di m 1,35, il peso della motrice di circa 34 tonn., la velocità massima 65 km ora, lo sforzo di trazione all'avviamento 9600 kg. Non si hanno ancora i risultati definitivi delle prove; è dubbio però che con questo tipo di motrice si possa raggiungere quel grado di accelerazione che sarebbe necessario per avere treni sufficientemente rapidi.

Altri esperimenti vennero eseguiti con treni più leggeri composti di due automotrici e tre rimorchi. Ciascuna automotrice equipaggiata con un motore della potenza oraria di circa 350 HP pesa completa circa 68 tonn. Sembra che i treni con questa composizione abbiano dati risultati soddisfacenti.

(g. a. r.)

✶

Le caratteristiche del locomotore elettrico. (E. R. J. - 7 Maggio 1921 - pag. 860). — In una conferenza tenuta nell'aprile scorso presso il Franklin Institute di Filadelfia, N. W. Storer, ingegnere della Westinghouse E. & M. C., illustrò le caratteristiche peculiari dei vari tipi di locomotori elettrici confrontandole con quella della locomotiva a vapore. Nel diagramma qui riprodotto sono riportate le curve dello sforzo di trazione in funzione della velocità.

I vantaggi essenziali del locomotore elettrico accennati dall'oratore, e del resto ben noti ai tecnici, si possono riassumere nei seguenti:

Disponibilità di una potenza praticamente illimitata in qualsiasi punto della rete perchè le sorgenti dell'energia sono indipendenti dagli organi utilizzatori i quali soli devono trovar posto sul locomotore.

Possibilità di percorsi continuativi molto più lunghi. Sulla Chicago Milwaukee i locomotori dei treni passeggeri hanno raggiunto il record di percorso di 24 ore continuative.

Notevole miglioramento nelle condizioni d'esercizio delle grandi stazioni per l'assenza di fumo, sporcizia e rumore e sopratutto, per l'applicazione della trazione multipla ai servizi interurbani.

Economia di carbone e maggior rendimento del personale.

Lo sforzo di trazione massimo raggiungibile col locomotore, varia

Curve caratteristiche delle locomotive a vapore ed elettriche

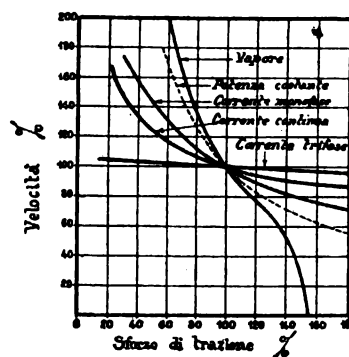



Fig. 1.

da 2 a 4 volte lo sforzo di trazione normale. La potenza essendo limitata dal riscaldamento dei motori, durante la stagione fredda si possono raggiungere potenze notevolmente superiori a quelle della stagione calda. Praticamente tutte le parti soggette a usura hanno lunga durata. Circa le caratteristiche dei vari tipi di locomotori l'oratore afferma che i locomotori a c. c. sono quelli meglio adatti alla trazione ferroviaria, perchè la curva della velocità si abbassa rapidamente coll'aumentare dello sforzo di trazione. I locomotori a corrente alternata monofase non possono sviluppare all'avviamento uno sforzo di trazione così elevato come quelli a c. c., mentre invece, con essi, riesce molto più facile ed economica la regolazione della velocità, mediante variazione della tensione.

I locomotori trifasi impiegano il motore ad induzione. Questo motore, che può sviluppare sforzi di trazione elevati e sopportare carichi notevoli, mantiene praticamemnte costante la propria velocità ai diversi carichi, così che la sua potenza aumenta coll'aumentare dello sforzo di trazione. E' quindi necessario disporre di un motore più potente di quello a c. c. in serie, tutte le volte che nell'esercizio sono da prevedersi punte di carico.

La frenatura a ricupero si può realizzare con tutti e tre i tipi accennati, ma converrà applicarla solo ai locomotori destinati a linee con forti pendenze perchè, altrimenti, i vantaggi ottenibili, difficilmente potrebbero compensare la maggiore complicazione dell'equipaggiamento.

(g. a. r.)

★

L'elettrificazione della rete della « Lancashire and Yorkshire Railway » (The English Electric Journal - gennaio 1920 - pag. 12). — Il primo tratto di questa rete, da Liverpool a Southport, fu elettrificato nel 1903 con corrente continua a 600 volt e linea di contatto a terza rotaia. Il servizio era fatto con automotrici equipaggiate con 4 motori da 150 HP. Successivamente, a breve distanza venne elettrificato un secondo tronco di 34 km collo stesso sistema.

Gli ottimi risultati di queste prime elettrificazioni decisero la Compagnia ad estendere la trasformazione a tutta la rete suburbana di Liverpool, con uno sviluppo di circa 134 km di semplice binario.

Nell'anno 1912 la Compagnia decise un esperimento con corrente continua ad alta tensione — 3600 volt — su di un tronco di circa

8 km con percorso alquanto accidentato comprendente una galleria, un viadotto, diversi sottopassaggi ed un tratto con pendenza del 25 % . Il servizio venne fatto ancora con automotrici ed i treni erano composti di due automotrici e due rimorchi. Ciascuna automotrice era equipaggiata con 4 motori da 250 HP a 1750 volt inseriti in serie sulla linea a due a due.

La linea di contatto era, in questo caso, aerea del tipo a catenaria semplice, alimentata alla tensione di 4000 volt all'uscita dalla sottostazione.

I risultati assai soddisfacenti dei primi 4 anni di esercizio decisero la Compagnia ad estendere l'elettrificazione anche alla rete suburbana di Manchester. In vista però delle difficoltà che si sarebbero presentate in questa zona per l'installazione e la manutenzione di una linea di contatto aerea, si decise di ritornare alla terza rotaia con tensione di 1200 volt. Venne studiato un tipo speciale di rotaia a contatto laterale esterno ed una quarta rotaia venne impiegata per il circuito di ritorno. La centrale che alimenta questo impianto ha una potenza installata di 10 000 kW divisi in due gruppi turbo-alternatori trifasi a 6000 volt. La tensione viene elevata in centrale a 20 000 volt e distribuita alle sottostazioni. Queste sono equipaggiate con commutatrici della potenza di 1000 kW e batterie tampone.

Il materiale mobile è costituito da automotrici equipaggiate con 4 motori da 200 HP con comando indiretto per trazione multipla. Un piccolo gruppo ausiliario fornisce la corrente continua a bassa tensione per i vari servizi e per i circuiti di comando. Il riscaldamento viene fatto direttamente colla corrente ad alta tensione.

Il servizio di manutenzione è regolare e non molto oneroso: due volte in settimana il materiale subisce una visita sommaria, e tutte le settimane una visita più accurata.

Ogni sei mesi viene passata un'ispezione generale ed una volta all'anno una revisione minuziosa e completa. La media annuale dei guasti riferita a 1000 automotrici-km risultò di 0,25 per gli apparecchi di comando e di 0,23 per i motori, essendo compresa in dette cifre anche la parte meccanica. Una automotrice può percorrere 80 000 km prima di richiedere il cambio dei cerchioni e 400 000 km prima di richiedere riparazioni radicali.

(*g. a. r.*)

*

La trazione ad accumulatori nelle officine. — Sono stati eseguiti esperimenti presso la Yale & Towne Mfg. Co. di Stamford (U. S.) per rilevare la convenienza dell'uso di carrelli mossi dall'energia elettrica fornita da accumulatori, nei servizi d'officina, in sostituzione dei mezzi ordinariamente usati. Tra l'altro, per lo spostamento di 600 tonn di sabbia da fonderia, dalla linea ferroviaria ai forni, distanti 60 m, con percorso in parte in pendenza e con brusche deviazioni, occorsero 16 uomini con carriole e pale e 6 giorni di 9 ore, con la spesa di L. 2958 (oro). Per lo stesso servizio fatto con carrelli elettrici, bastando un solo uomo come conduttore e nove per carico e scarico, occorsero 4 giorni e si ebbe una spesa di L. 991.

e. m. a.

VARIE.

Tirocinio per allievi ingegneri. — La Manchester Corporation ha deciso, d'accordo col Collegio di Tecnologia di accettare i servizi di studenti giunti ad un certo grado di preparazione, assumendo un piccolo numero di essi per un certo periodo, in reparti dove la loro opera possa giovare, e dove possano acquistare esperienza. Ci consta che anche la Società Idroelettrica Piemonte sta attuando una analoga iniziativa e speriamo di poterne dare maggiori notizie in un prossimo numero. Non sarà concesso nessun compenso, ma alla fine del periodo, sarà rilasciato, a chi l'avrà meritato, una specie di certificato di rendimento. Per ora gli studenti saranno assegnati a lavori esterni come costruzione di ponti e di strade, bonifiche, ecc.

★

Una esposizione degli apparecchi di controllo della combustione. — Il Comitato Nazionale Scientifico Tecnico, per lo Sviluppo e l'Incremento dell'Industria Italiana presieduto dal Sen. Saldini (Milano XIII - Piazza Cavour, 4) e la Prima Associazione Italiana Utenti Caldaie a Vapore, presieduta dal Comm. Richard (Milano XX - Via C. Goldoni, 10) da qualche anno vanno compiendo una attiva opera di propaganda a vantaggio dell'economia nazionale per la migliore utilizzazione dei combustibili.

L'Associazione Utenti Caldaie, auspice il Comitato Scientifico Tecnico, nel 1919 pubblicò un volume compilato dal suo compianto direttore, l'Ing. Guido Perelli, «*Per l'Economia dei Combustibili*» che riunisce in 265 pagine lo studio dei combustibili e degli apparecchi per utilizzarli, una ricchissima raccolta di dati e di tipi attinenti alle più importanti costruzioni moderne, i principi e i dettagli del controllo della combustione, le mansioni dei fuochisti, lo studio dei camini e quanto altro può interessare in argomento l'ingegnere e l'industriale.

Il Comitato Scientifico Tecnico nel Novembre 1920 incaricò dello studio della questione, con l'incarico di formulare concrete pratiche proposte, una Commissione, composta dai prof. Giuseppe Belluzzo, Ing. Giuseppe Gadda, Prof. Giuseppe Gianoli, Ing. Vincenzo Grazioli, Ing. Carlo Vanzetti, la quale nel maggio u. s. in una sintetica densa relazione concludeva che una notevole economia nei combustibili si sarebbe ottenuta subito, anche con gli attuali impianti, purchè la combustione venisse condotta razionalmente; e che per giungere a ciò si rendeva necessario aumentare la coltura dei fuochisti e fare propaganda per l'istituzione da parte degli industriali del sistematico controllo della combustione.

La Commissione cioè riteneva necessario che «gli industriali tutti, «i quali in qualsiasi modo consumino combustibili, spontaneamente fac- «ciano controllare dalle Associazioni a ciò specialmente indicate, i loro «impianti termici nell'intento di ottenere una migliore e più razionale «utilizzazione dei combustibili, e si provvedano degli apparecchi di «controllo più adatti allo scopo, i quali sono di facile maneggio e im- «portano una modesta spesa».

Per portare a conoscenza di tutti gli industriali e di tutti i tecnici interessati gli apparecchi sovra indicati e per mostrare il loro funzionamento, il Comitato Scientifico Tecnico e la Prima Associazione Utenti Caldaie a Vapore hanno ritenuto opportuno invitare tutte le ditte, sia italiane che estere, che li fabbricano, a inviare gli apparecchi e gli strumenti di loro costruzione, al Comitato Scientifico Tecnico, il quale li esporrà nel salone della Associazione Industriali d'Italia per prevenire gli Infortuni del Lavoro (Milano XIII - Piazza Cavour, 4).

La Mostra avrà luogo nel marzo dell'anno venturo e comprenderà i seguenti apparecchi:

1) Deprimometri e manometri;
2) Contatori di fluidi diversi (acqua, vapore, gas ecc.);
3) Termometri, pirometri e piroscopi;
4) Analizzatori dei prodotti della combustione.

Della organizzazione della mostra è stata incaricata una Commissione composta dal Sen. Saldini, presidente, dal Prof. Giuseppe Belluzzo e dal Prof. Girolamo Merlini del Politecnico di Milano, dal Prof. Giuseppe Gianoli, chimico industriale, dall'Ing. Vincenzo Grazioli, direttore della Prima Associazione Utenti Caldaie a Vapore, dall'Ing. Francesco Massarelli, direttore dell'Associazione Industriali d'Italia per prevenire gli infortuni del lavoro, e dal Prof. Angelo Coppadoro, segretario generale del Comitato Scientifico Tecnico e direttore del Giornale di Chimica Industriale ed Applicata.

La sede della Commissione per la *Mostra degli apparecchi di controllo per la combustione*, è presso il Comitato Nazionale Scientifico Tecnico, Milano XIII - Piazza Cavour, 4.

Necrologio.

Vittima di una banale disgrazia periva tragicamente a Fiume, a soli trent'anni, il nostro collaboratore legale

Avv. CESARE SEASSARO

Temperamento esuberante, trascinato dalla passione politica, aveva da qualche tempo abbandonati gli studi prediletti nei quali, ancora giovanissimo, aveva già saputo affermarsi; ma noi, che abbiamo conosciuto ed amato il suo ingegno profondo e brillante, la sua vastissima cultura, non possiamo che piangere l'immaturo troncarsi di un'esistenza che rimaneva pur sempre una grande promessa.

Ai Genitori ed alla famiglia tutta le nostre più vive condoglianze.

L'A. E. I., la quale a sensi del suo Statuto dovrebbe pubblicare i suoi Atti una volta all'anno, è giunta, a poco a poco, a dare gratuitamente ai suoi Soci una ricca rivista trimensile che costituisce ogni anno un grosso volume di circa 800 pagine. — Il notevole successo è dovuto essenzialmente al continuo incremento del numero dei Soci. — Nuovi ed importanti risultati potrebbe conseguire l'A. E. I. in un futuro prossimo, se ogni Socio si facesse centro di propaganda e, fra le sue conoscenze, procurasse almeno un nuovo iscritto all'Associazione.

TEDESCHI GIOVANNI FU GIOVANNI, *gerente responsabile* ARTI GRAFICHE VARESINE - VARESE

VOL. VIII (XXV degli Atti) 25 Novembre 1921 N. 32

L'ELETTROTECNICA

GIORNALE ED ATTI DELLA

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

REDAZIONE ED AMMINISTRAZIONE: VIA SAN PAOLO, 10 - MILANO - TELEFONO N. 20-86

REDATTORE CAPO: A. BARBAGELATA - REDATTORI U. BORDONI - M. SEMENZA - G. VALLAURI

È GRADITA LA COLLABORAZIONE DEI LETTORI - GLI ARTICOLI DI INTERESSE GENERALE ACCETTATI DALLA REDAZIONE SONO COMPENSATI

GLI SCRITTI DEI SINGOLI AUTORI NON IMPEGNANO LA REDAZIONE E QUELLI DELLA REDAZIONE NON IMPEGNANO L'A. E. I.

I MANOSCRITTI NON SI RESTITUISCONO

Interconnessioni e supercentrali.

I due grandi problemi che dominano attualmente l'elettrotecnico mondiale sono l'accentramento della produzione dell'energia in poche centrali di grandissima potenza ed il collegamento degli impianti e delle reti. Il primo problema presenta un interesse relativo per noi italiani, dato che riflette particolarmente le centrali termiche. Per quanto non sia oggi da escludere anche in Italia un netto ritorno alle centrali termiche, è certo che l'avvenire del nostro paese sarà sempre legato allo sfruttamento delle energie idrauliche, e la potenza massima di una centrale idraulica è, come la sua ubicazione, prevalentemente determinata dalla natura.

Il problema dei collegamenti interessa invece ugualmente tutti i paesi ed il nostro può a buon diritto essere considerato come un vero pioniere al riguardo. Mentre scriviamo si svolge a Parigi la Conferenza internazionale che, fra i vari problemi di cui dovrà occuparsi, considererà in modo particolare quello delle interconnessioni delle reti. Come già annunciammo l'Italia è rappresentata alla Conferenza dal nostro Presidente generale Ing. Del Buono e dai colleghi Norsa, Nicolini, Prinetti e Semenza e, per quanto ci consta, l'Ing. Norsa presenterà una interessante relazione sui collegamenti degli impianti italiani, che confidiamo di poter pubblicare quanto prima, la quale gioverà a documentare quanto già si sia fatto da noi in tale senso.

Intanto abbiamo creduto interessante riassumere ampiamente per i nostri lettori uno studio del BAUM comparso recentemente nel *Journal* dell'Associazione consorella Americana. Si tratta di uno di quegli studî teorico-sperimentali che si sono susseguiti così numerosi nella stampa americana dacchè si è cominciato a considerare la possibilità di linee a 220 mila volt e dei quali fece cenno anche l'Ing. G. Semenza nella conferenza di cui pubblicammo il testo nello scorso numero.

Il problema dei 220 mila volt è uno di quelli di cui molto probabilmente i nostri ingegneri non dovranno mai occuparsi professionalmente, data l'estensione della nostra penisola. Come è noto, vi sono molti tecnici competenti i quali ritengono che, per tutta l'Alta Italia, la tensione di 60-70 kilovolt, già notevolmente diffusa, sia più che sufficiente per far fronte a qualunque necessità delle nostre reti. In questo periodo di magra — tanto insolito e tanto preoccupante, da far temere quasi un profondo e misterioso mutamento nelle condizioni meteorologiche del nostro Paese — abbiamo infatti già assistito a scambi di energia, ad aiuti reciproci fra reti anche lontane (centrali termiche di una regione che lavorano per conto ed a sollievo di regioni lontane alcune centinaia di chilometri) i quali mostrano quale elevato grado di flessibilità abbiano già conseguito i nostri impianti.

Scendendo all'Italia Centrale e specialmente alla Meridionale, aumentando le distanze e diminuendo la densità della popolazione, i 70 mila volt sarebbero senza dubbio insufficienti; ma è certo che i $100 \div 110$ kilovolt permetteranno di risolvere qualunque nostro problema di interconnessione. E verso tale tensione si orientano infatti gli studî dei nostri esercenti, studî destinati a realizzare quel collegamento generale degli impianti italiani che è stato il *leit-motiv* di tanti discorsi durante il recente Congresso Siciliano.

Con tutto ciò gli studî, così seriamente avviati nel Nord-America, per l'adozione dei 220 mila volt, presentano per tutti i tecnici un interesse grandissimo. Il problema della regolazione e quello dell'isolamento, di cui si occupa particolarmente il Baum, e le soluzioni ch'egli preconizza possono essere utilmente prese in considerazione anche per esercizî a tensioni minori.

Serbatoi e impianti idraulici in Sicilia.

Diamo oggi il testo della comunicazione tenuta dall'Ing. ALAGNA, in occasione del recente Congresso, quale Direttore della Sezione Autonoma di Palermo dell'ufficio Idrografico. Si tratta di una comunicazione densa di dati e di cifre, che dà un quadro generale assai completo della possibilità dell'Isola in fatto di impianti idroelettrici; ed appare veramente commendevole il lavoro, già compiuto, o in corso di esecuzione, che l'Ufficio si è assunto per il censimento del carbone bianco della Sicilia.

LA REDAZIONE.

SUL PROBLEMA DEI SERBATOI ARTIFICIALI IN SICILIA

Ing. ETTORE ALAGNA

Comunicazione alla XXVI Riunione dell'A. E. I. in Sicilia (*)
:: :: :: :: :: :: :: Ottobre 1921 :: :: :: :: :: ::

Il problema della creazione dei serbatoi e laghi artificiali è uno dei più assillanti per la vita economica della Nazione in genere, e per l'Italia Meridionale e la Sicilia in ispecie.

Invero, nel mentre dai fiumi alpini riesce quasi sempre possibile derivare delle considerevoli portate costanti, nella Sicilia, della quale ci occupiamo, si hanno corsi d'acqua torrentizii, che, fatta eccezione dell'Alcantara, del Simeto e del Sosio o fiume della Verdura, che in magra hanno portate superiori al metro cubo, si riducono nella stagione estiva all'asciutto o con un filo d'acqua vagante, non utilizzabile industrialmente, e che viene conteso dai rivieraschi per irrigare piccoli appezzamenti di terreno.

Indispensabile riuscirebbe dunque per la Sicilia la creazione di serbatoi e laghi artificiali, al duplice scopo di creazione di forza motrice e di irrigazione.

Data la natura dei corsi d'acqua dell'isola e dei loro bacini imbriferi, spogliati in genere da vegetazione in seguito al disboscamento, le acque meteoriche nello scorrere provocano scoscendimenti e franamenti trasportano per conseguenza gran copia di materiali, che vanno a depositare nei tratti vallivi, nei quali minima è la pendenza.

Esempio tipico di tale stato di cose si riscontra nella provincia di Messina, i cui torrenti, arginati nei tratti inferiori per difesa dei terreni adiacenti e di abitati, rialzano in tali tratti il letto, tanto da renderlo pensile rispetto alla campagna su cui scorrono.

Ora, la creazione dei serbatoi nei tratti montani migliora senza dubbio le condizioni dei tratti vallivi, ma però i serbatoi stessi sono destinati ad essere colmati dai materiali trasportati dalle acque, per cui dovrebbe assegnarsi ad essi una capacità molto superiore ai bisogni industriali, per tenere conto di tali interrimenti, pur munendo i serbatoi di scaricatori di fondo.

Pertanto, la sistemazione dei bacini dei fiumi mediante la costruzione di serbatoi e laghi artificiali, dovrebbe essere abbinata con la sistemazione idraulico forestale dei tratti di bacino a monte dei serbatoi stessi.

Si richiama in proposito la memoria dell'Ing. Angelo Forti, «I laghi serbatoi artificiali e l'insidia solida pubblicata nel fascicolo I, anno 1920, degli Annali del Consiglio Superiore delle Acque».

*

Prima di entrare in merito a quanto si è fatto e potrà farsi riguardo alla creazione di serbatoi artificiali, si ritiene utile mettere sommariamente in rilievo le condizioni idrologiche e geologiche dell'Isola.

La Sicilia è divisa dalle sue principali linee di displuvio in tre versanti: Settentrionale o Tirreno, Meridionale od Africano, Orientale o Jonico.

Il versante Settentrionale, che ha origine al capo Peloro e termina al Capo Lilibeo, è caratteristico nel suo primo tratto fra Capo Peloro ed il Pollina per la vicinanza della linea di displuvio al mare, per cui i numerosi corsi d'acqua che vi ricadono hanno breve percorso, pendenza forte e limitato bacino imbrifero, condizioni tutte che ren-

(*) Questa comunicazione è stata fatta dall'A. nella sua qualità di Direttore della Sezione Autonoma di Palermo per il Servizio Idrografico, per incarico ed in rappresentanza del servizio stesso.

dono impossibile in essi la creazione di serbatoi artificiali, eccetto che per il Fiume di Tusa.

A partire dal Pollina, la linea di displuvio si addentra allontanandosi dal mare, ed i corsi d'acqua cominciano ad acquistare maggiore importanza per la maggiore ampiezza dei bacini imbriferi e minore pendenza degli alvei.

I più importanti dei corsi d'acqua che vi ricadono sono il Pollina, L'Imera Settentrionale, il Torto, il S. Leonardo, l'Eleuterio, l'Oreto, il Giancaldara ed il S. Bartolomeo.

Il versante Meridionale, che si estende da Capo Lilibeo a Capo Passero, abbraccia gran parte della superficie dell'Isola essendo la linea di displuvio a Nord molto distante dal Mare Africano.

In esso scorrono parecchi dei più importanti fiumi dell'Isola, e cioè: Il Belice, il Verdura, il Magazzolo, il Platani e l'Imera Meridionale.

Il versante Orientale, che si estende da Capo Passero a Capo Peloro, eccetto dell'Anapo, Simeto ed Alcantara, non ha fiumi di notevole importanza.

L'ultimo tratto fra l'Alcantara ed il Capo Peloro presenta gli identici caratteri del primo tratto del versante Settentrionale.

Da quanto si è esposto risulta che è da escludere ogni probabilità di costruzione di serbatoi artificiali in tutta la parte Nord-Est dell'Isola, compresa fra l'Alcantara ed il Capo Peloro e fra questo ed il fiume di Tusa.

*

Premesso ciò veniamo ad esaminare la distribuzione delle piogge nell'Isola.

L'Illustre Comm. Perrone nella « Monografia sui corsi di acqua della Sicilia », rileva come i venti di scirocco, di mezzogiorno e di libeccio non tributano piogge a tutta la lunga zona che sta a Sud del grande asse dell'Isola e dell'Etna, ossia della zona che dal Simeto per Capo Passero si estende sino al Capo Lilibeo nei due versanti Jonico ed Africano; che i venti Settentrionali, spesso riescono piovosi in Sicilia, specialmente nella regione più calda, perchè vi incontrano venti meridionali, e più ancora sui monti a Nord dell'Etna, anzichè su quelli a Sud nel versante Africano: che la maggior pioggia si ha nelle parti ove i venti possono giungere facilmente, anzichè in quelle colpite preponderantemente dai venti caldi e più al riparo dai venti freddi.

Conclude quindi che le più abbondanti piogge sono nella parte Nord Orientale dell'Isola dall'Etna al Capo Peloro, che trovasi nella prima condizione, mentre nella parte Sud Orientale, dall'Etna al Capo Passero, che è nella seconda condizione, le pioggie sono più scarse.

Alla prima si avvicina il versante Settentrionale, alla seconda quello Meridionale.

Le deduzioni del Comm. Perrone, ricavate dalle osservazioni di poche stazioni pluviometriche esistenti all'epoca dei suoi studi, trovano piena conferma nelle osservazioni iniziate da questa Sezione con una rete pluviometrica abbastanza estesa.

Infatti, tracciando le isoiete in base alle medie annuali risultanti dalle stazioni antiche e da quelle nuove impiantate, si rileva che si hanno precipitazioni superiori ai 1000 m/m nel versante Est-Nord-Est dell'Etna e sul crinale dei monti Peloritani e parte delle Caronie. Da tali punti di massima pioggia hanno origine l'Alcantara ed il Simeto.

Un punto isolato di pioggia intorno ai 1000 m/m si ha nella parte più alta dei monti Iblei verso Buccheri, dalla quale hanno origine l'Anapo e l'Irminio e finalmente una zona pure di pioggia intorno ai 1000 m/m è compresa fra le più alte vette dei monti Cordella e Barracù fra Pizzi e Corleone, dalla quale hanno origine il S. Leonardo ed il Sosio o Fiume della Verdura.

Questi massimi sono dovuti alla condensazione dei vapori di cui sono saturi i venti di Sud-Est per il versante Orientale ed i venti di Sud-Ovest per il tratto fra il Monte Barracù ed il Monte Cordella.

Le zone di piovosità fra 800 e 1000 m/m si estendono nel versante Orientale dell'Etna e su quasi tutto il crinale dei monti Peloritani, delle Caronie e delle Madonie, comprendendo buona parte del versante Settentrionale da Capo Peloro a Cefalù, nel quale, come innanzi è detto, non si hanno, disgraziatamente, corsi d'acqua suscettibili d'invasamento.

In tali zone ricadono però pure le alte valli dell'Alcantara, del Simeto, del Pollina e dell'Imera Settentrionale.

Dopo una interruzione provocata dalla Vallata del Fiume Torto, si ha un'altra zona di uguale piovosità che si estende da Nord a Sud e va dai monti Palermitani ai picchi di Caltabellotta. Tale zona ricade nei bacini del S. Leonardo dell'Eleuterio, dell'Oreto, del Belice e del Sosio o Fiume della Verdura.

Altra zona della stessa piovosità si riscontra in prossimità di Buccheri e ricade nei bacini dell'Anapo, dell'Irminio, del Cassibile e di altri corsi d'acqua di poca o nessuna importanza nei riguardi della creazione di serbatoi artificiali.

Infine, nelle piane di Catania, Terranova e Licata, nella Valle del Platani e nella zona Occidentale dell'Isola si hanno precipitazioni inferiori ai 600 m/m, mentre agli estremi lembi delle coste verso Augusta, Capo Passero, ed in quelle del versante Meridionale, si hanno precipitazioni inferiori ai 500 m/m.

Nel bacino dell'Imera Meridionale per la massima parte si hanno precipitazioni dai 500 ai 600 m/m, vi è qualche zona compresa tra Caltanisetta e Calascibetta con precipitazioni superiori ai 600 m/m, ed alle origini verso Petralia, si hanno precipitazioni intorno ai 700 m/m.

*

Riguardo alla natura geologica, la Sicilia risulta per più della metà della sua superficie costituita da terreni impermeabili formati da argille sabbiose e salate, argille compatte, argille scagliose, marne bianche, basalti e tufi vulcanici, con preponderanza delle argille.

Il versante Settentrionale è costituito in massima parte da terreni impermeabili, e poche sono le località che non si prestano, nei riguardi dell'impermeabilità, alla costruzione di serbatoi artificiali, e precisamente il bacino del fiume Torto, costituito da sabbie ed arenarie, parte di quello del S. Bartolomeo, costituito da conglomerato del Tortoniano e quello del Sarcona di calcari permeabili.

Il versante Meridionale, in massima, è pure costituito da terreni impermeabili, sono da escludere in esso i bacini del Mazzaro, del Modione e del Carabbollaci, perchè costituiti da tufi calcari e brecce conchigliari.

Inoltre, sono pure da escludere parecchie località, dei bacini del Belice, del Platani e del Fiume di Palma, perchè quantunque le condizioni dei terreni che dovrebbero formare il bacino di ritenuta di individuati serbatoi diano un certo affidamento sulla loro impermeabilità; le località in cui dovrebbero impostarsi le opere di sbarramento sono costituite da gessi amorfi e saccaroidi, nelle quali formazioni non è consigliabile l'impianto di dighe di ritenuta.

E' da escludere poi il Bacino dell'Ippari, perchè formato da breccia conchigliare.

Il versante Orientale invece è quasi tutto costituito da terreni permeabili e cioè: da calcare tenero di Val di Noto, sabbie e ghiaie marine, conglomerato sciolto di ciottoli, arenarie gessose, brecce conchigliari ecc.

Per il bacino del Simeto è da escludersi tutta la parte del bacino del Salso costituita da sabbie arenarie del Tortoniano.

*

Passando ora a trattare il problema dei serbatoi, può affermarsi che in Sicilia nulla si è fatto finora di concreto al riguardo.

Il 1° serbatoio in costruzione è quello dell'Alto Belice (Hône) che esegue la Società Generale Elettrica della Sicilia in base a concessione fatta con D. R. 1° Luglio 1920 alla Ditta Giulio Lecerf, cui subentrò la predetta Società.

Delle caratteristiche dell'impianto, oramai a tutti note, non è il caso di occuparsene. Si cita solo quella più importante, che costituisce la parte veramente geniale del progetto, che consiste nella presa d'acqua da un bacino per versarla in altro.

Lo sbarramento viene fatto invero nelle prime ramificazioni del Belice (Hône), in località Maganoce, ed ove si fosse tentata la utilizzazione delle acque nello stesso bacino, si sarebbe dovuto costruire un lunghissimo canale per venire a sviluppare energia in luoghi distanti da importanti centri di consumo, e l'impresa non avrebbe avuto industrialmente alcun valore.

Viceversa, la presa d'acqua viene fatta dalla parte a monte del lago e con canale, parte in galleria e parte a cielo aperto, l'acqua passa nel bacino dal fiume Oreto, e con una caduta di circa m 500 si verrà a sviluppare la forza di circa 4000 HP nominali alle porte di Palermo, che si potrà utilizzare con minima spesa di trasporto, e le acque di scarico delle turbine verranno destinate alla irrigazione di parte dei fertilissimi terreni che costituiscono la conca d'oro.

*

Però, se nulla di concreto si è fatto, non sono mancate del pari le idee, tanto che parecchie istanze sono state presentate per la concessione di derivare acqua mediante la costruzione di serbatoi per lo sviluppo di forza motrice e per irrigazione. E se non si è entrati nel campo della pratica attuazione, malgrado in generale dette istanze fossero già regolarmente istruite, ciò è dovuto principalmente alle difficoltà di finanziamento in seguito alle condizioni create dalla guerra, occorrendo capitali ingenti, ed essendo sempre dubbia la impermeabilità dei terreni costituenti i bacini di ritenuta, per accertare la quale occorrono degli assaggi preventivi molto dispendiosi.

Si riportano intanto tutte le domande finora presentate onde mostrare che, con la esecuzione dei soli impianti in esse previsti, si avrebbe

disponibile tanta forza da mutare radicalmente le condizioni industriali dell'Isola nostra e di avvantaggiare notevolmente l'agricoltura, potendosi ridurre a cultura irrigua vaste estensioni di terreno che ora sono destinate solo alla cultura dei cereali.

*

Fiume di Tusa.

Istanza dell'Ing. Baldassare Alagna per derivare mediante la costruzione di un serbatoio, della capacità di mc 15 000 000, con diga alta m 33, mc 0,660 d'acqua a 1" per sviluppare con un salto di m 195 la potenza di HP nominali 1700 e per irrigare ettari 600 di terreno.

Fiume Imera Settentrionale.

Domanda del Dott. Luigi Rampolla per costruzione di un serbatoio in contrada Oribella della capacità di mc 12 000 000 circa con diga alta m 40 e di un altro presso Caltavuturo, della capacità di mc 8 000 000 circa, con diga alta m 40 nonchè di una presa diretta sotto Sclafani.

Dal serbatoio Caltavuturo si avrebbe una erogazione di mc 0,490 al 1" che, col salto di m 200 circa produrrebbe la potenza di HP nominali 1300.

Dal serbatoio Oribella, presa Sclafani, e dallo scarico dell'Officina Caltavuturo, con la portata complessiva di mc 3400, e col salto di m 370 si ricaverebbero HP 17 155 e quindi in totale HP 18 415.

Il progetto prevede inoltre l'irrigazione di ettari 7000 di terreni.

Fiume S. Leonardo.

Domanda dell'Ing. Gaetano Arena per derivare mediante la costruzione di un serbatoio della capacità di mc 42 000 000 e diga alta m 55 la portata di mc 3400 al 1" che col salto di m 115 produrrebbe la potenza di HP 5215.

Non è prevista irrigazione.

Fiume Milicia.

Domanda dell'Ing. Gustavo Morelli per derivare mediante la costruzione di due serbatoi della capacità complessiva di mc 6 000 000 mc 0,450 al 1" per 5 mesi dell'anno per l'irrigazione di ettari 2000 di terreno.

Fiume Belice.

Domanda dell'Ing. Fusco per derivare mediante la costruzione di un serbatoio presso Corleone della capacità di mc 1300 al 1" che col salto di m 370 produrrebbe la potenza di HP 6413.

Non è prevista irrigazione.

Domanda della Società Generale Elettrica della Sicilia per derivare mediante la costruzione di un serbatoio in contrada Adrigna, territorio del Comune di Partanna, della capacità di mc 60 000 000 e diga alta circa m 35, la portata minima di mc 0,500 al 1" e media di mc 1200 per ricavare col salto di m 66 la forza di HP 4424.

Non è prevista irrigazione.

Fiume della Verdura.

Domanda delle Ferrovie dello Stato per derivare dal burrone S. Cristofato mediante la costruzione di un serbatoio al piano del Leone della capacità di circa mc 8 000 000 e diga alta m 37, la portata di mc 0,366 al 1" che col salto di m 167 produrrebbe la potenza di HP 817.

Domanda della Società Generale Elettrica della Sicilia per la costruzione di N. 2 serbatoi, uno presso Palazzo Adriano della capacità di mc 23 000 000 e diga alta m 25 e l'altro presso Ribera della capacità di mc 47 000 000 e diga alta m 30, in modo da ricavare per mezzo di N. 3 officine la potenza di HP 10 736.

Non è prevista irrigazione.

N. B. - Risulta inoltre che un altro studio per lo sfruttamento di tale bacino è in corso per conto dell'Amministrazione delle Ferrovie dello Stato.

Fiume Platani.

Domanda del Comm. Giuseppe Malato per concessione di costruire uno sbarramento sul Callodoro in corrispondenza della stretta Ganefo, della quale non è stato possibile avere i dati, risulta solo che con due distinti salti si produrrebbero HP 3502.

Non è prevista irrigazione.

Altra istanza esiste dello stesso Comm. Malato per utilizzazione d'acqua in territorio dei Comuni S. Angelo Muxaro e Cattolica Eraclea e con due salti si ricaverebbe la potenza di HP 10 960.

Non prevede irrigazione.

Anche di questa istanza non è riuscito possibile avere dati concreti sulle opere di sbarramento.

Risulta però che la stessa è decaduta.

Fiume di Naro.

Istanza Ambrosini per la concessione di derivare, mediante la costruzione di un serbatoio artificiale della capacità di mc 23 800 000, diga alta m 34, mc 2 al 1" per produrre col salto di m 105 la potenza di HP 2369.

Superficie da irrigare ettari 4000.

Fiume Imera Meridionale o Salso.

Domanda dell'Ing. Giuseppe Puleo per concessione di derivare mediante sbarramento in località Stretta Garlatti (serbatoio della capacità di mc 57 500 000 e diga alta m 30) mc 3 al 1" da utilizzarsi in tre distinti salti.

Il 1° in contrada Garlatti di m 15 dal quale si ricaverebbero	HP 559
Il 2° in contrada Besaro di m 58 dal quale si ricaverebbero	» 2328
Il 3° in contrada Cipolla Soprana di m 33 dal quale si ricaverebbero	» 1295
Complessivamente	HP 4182

Domanda dello stesso Ing. Puleo per concessione di derivare in località Stretta Cipolla, mediante la costruzione di un serbatoio della capacità di mc 127 000 000 e diga alta m 36,50, mc 6750 al 1" da utilizzarsi in due distinti impianti con la produzione di HP 7570.

Domanda dello stesso Ing. Puleo per la concessione di utilizzare le acque di cui alle precedenti domande in altro impianto in località Montegrande, ricavando HP 4167.

Le domande suindicate sono state regolarmente istruite e quelle che seguono sono state ammesse a contemporanea istruttoria ed in concorrenza con le stesse.

Domanda del Barone Giuseppe Camilleri per la creazione di N. 5 serbatoi artificiali e cioè:

1° In contrada Blufi della capacità di mc 11 000 000 e diga alta m 40 dal quale si deriverebbero mc 0,450 di acqua al 1" che col salto di m 114 produrrebbe la potenza di HP 684.

2° In contrada Irosa della capacità di mc 22 000 000 e diga alta m 35.

3° In contrada Cigno, capacità mc 20 000 000 e diga alta m 45.

Le acque di questi due ultimi serbatoi riunite assieme, con la portata di mc 1150 al 1" e col salto di m 149, svilupperebbero la potenza di HP 4470.

4° In contrada Montegrande, della capacità di mc 52 000 000, diga alta m 53 dal quale si deriverebbero mc 9 al 1" e col salto di m 62 si svilupperebbe la potenza di HP 7440.

5° In contrada Drasi, della capacità di mc 85 000 000 diga alta m 34 da servire solo per l'irrigazione di ettari 9000.

Domanda del Ragioniere Santi Bonaccorso per la creazione di un serbatoio in contrada Stretta di Licata, della capacità di mc 106 500 000, diga alta m. 43 dal quale si deriverebbero mc. 7 al 1" per 8 mesi dell'anno e mc 5 per 4 mesi, ricavando rispettivamente la potenza di HP 3360 e 2400.

Tale serbatoio servirebbe pure alla irrigazione di una vasta zona di terreni.

Lasciando che l'istruttoria in corso stabilisca quali di dette istanze risponda alla migliore e più razionale utilizzazione del bacino, considerando per ora i soli impianti ricadenti nei tratti di fiume in cui non vi sono compenetrazioni, può calcolarsi che dall'Imera Meridionale si potranno almeno ricavare le seguenti quantità di energia:

1°	Serbatoio	Blufi	HP 684
2°	»	Irosa o Cigno	» 4 470
3°	»	Garlatti	» 4 182
4°	»	Montegrande ovvero Cipolla	» 6 500
5°	»	Stretta di Licata	» 3 000
		Complessivamente	HP 18 836

E' in corso d'istruttoria una istanza del Comune di Castrogiovanni per un piccolo serbatoio nel Vallone Sorieri, dal quale si ricaverebbe la potenza di circa HP 400.

Torrente Carrubba.

Domanda del Barone Camilleri per la concessione di costruire un serbatoio della capacità di mc 10 000 000 e derivare mc 1274 al 1" per l'irrigazione, da Marzo ad Agosto, di ettari 1200.

Torrente S. Pietro.

Domanda dello stesso Barone Camilleri per la concessione di costruire un serbatoio della capacità di mc 6 000 000 e derivare mc 0,772 al 1" per uso di irrigazione, da Marzo ad Agosto, di ettari 800.

Fiume Gela.

Domanda dello stesso Barone Camilleri per concessione di costruire un serbatoio della capacità di mc. 24 000 000 e derivare mc 3400 al 1" per uso di irrigazione, da Marzo ad Agosto, di 3000 ettari di terreno.

Fiume Simeto.

Domanda della Società per l'Arginazione del Simeto. Si prevede di derivare le acque del Simeto a valle del ponte Saraceni, e condurle nel Salso, suo influente, e formare nella località Don Gennaro un serbatoio della capacità di mc 100 000 000.

Da tale serbatoio verrebbero prelevati mc 8 al 1" che col salto di m 60 svilupperebbero in una prima centrale l'energia di HP 6400.

Le acque di detta centrale scaricate nel Simeto verrebbero riprese a circa m 150 ed a mezzo di canale verrebbero condotte in una vasca di scarico, dalla quale verrebbero prelevati mc 2 per irrigazione ed i rimanenti mc 6, con un salto di m 87 circa, verrebbero utilizzati in una seconda centrale a Passo d'Ipsi per produrre l'energia di HP 6944.

L'energia totale ricavabile dall'impianto sarebbe perciò HP 13 344, oltre alla utilizzazione delle acque per l'irrigazione della vasta piana di Catania della superficie di ettari 18 000.

★

Riassumendo pertanto, dalle domande finora presentate risulta che potrebbe ricavarsi dai corsi d'acqua di cui trattasi una riserva liquida di circa mc 800 000 000 e la potenza di HP 95 000 circa che rappresenterebbe la rigenerazione economica dell'isola, e ciò senza tenere conto degli impianti già esistenti ed in corso di maggiore sviluppo sull'Alcantara e sul Cassibile e di quello in costruzione sul Belice (Hône).

Si avrebbe inoltre il vantaggio della irrigazione di vastissime zone (circa ettari 50 000).

Devesi pure notare che il compianto Ing. Travaglia sin dal 1886 studiò il problema della irrigazione della pianura di Catania, dell'Agro Siracusano, della piana di Terranova e di quella di Licata prevedendo la costruzione di serbatoi a Pozzillo, Don Gennaro, Ponte Saraceni e Passo d'Ipsi sul Simeto per la piana di Catania. A Pantalica e Riggino sull'Anapo per l'Agro Siracusano, a Gibilscemi sul Gela per la Piana di Terranova ed alla stretta di Licata sull'Imera Meridionale per la piana di Licata.

Con tali serbatoi prevedeva di irrigare 30 000 ettari circa di terreni.

★

Come innanzi è detto, causa principale dell'arresto della iniziativa privata è stata la guerra la quale ha però dimostrato la necessità imprescindibile della esecuzione di serbatoi e laghi artificiali per svincolarci dalla importazione dei carboni che ci rende schiavi dell'Estero.

Lo Stato ha cercato pertanto di agevolare in tutti i modi la esecuzione di opere con i benefici provvedimenti dal Capo II del R. D. 9 Ottobre 1919 N. 3161, fra i quali vi è quello di cui all'art. 59 che stabilisce che: « *entro due anni dalla pubblicazione della presente legge il Ministero dei LL. PP. di concerto col Ministero d'Agricoltura, studierà quali bacini imbriferi possono sistemarsi mediante serbatoi e laghi artificiali, con equa e specifica ripartizione fra le regioni in cui si rende necessario che lo Stato ne promuova direttamente la creazione* ».

E l'art. 71 del D. R. 14 Agosto 1920 N. 1285 che approva il regolamento per l'applicazione della legge suindicata stabilisce che: « *gli elenchi dei bacini imbriferi da sistemarsi con serbatoi e laghi, devono comprendere i bacini pei quali la sistemazione del corso d'acqua corrispondente abbia tale interesse pubblico da rendere necessario che lo Stato ne promuova direttamente l'esecuzione* ».

★

L'importante e non lieve compito della compilazione dell'elenco di tali bacini per la Sicilia è stato affidato alla Sezione Autonoma di Palermo per il Servizio Idrografico, che vi attende da tempo in base alle sapienti direttive impartite dall'Onorevole Ufficio Superiore Compartimentale.

Come lavoro preliminare sono state individuate sulle carte dello Stato Maggiore tutte quelle località ove, in base ad un primo esame dei caratteri morfologici locali, si aveva ragione di ritenere possibile ed utile la costruzione di serbatoi o laghi artificiali. Poscia, in seguito alle visite locali, viene accertato direttamente in luogo se le circostanze locali confermano la scelta fatta, e viene definita la posizione ove è da ritenersi più opportuna la costruzione delle opere di sbarramento.

Per la parte geologica, un primo esame venne fatto dalla Sezione sulle carte geologiche, in modo da eliminare a priori quei serbatoi che ricadono in terreni di non dubbia permeabilità.

Gli altri vengono mano mano visitati dal Geologo, incaricando l'Ufficio del Distretto Minerario di Caltanisetta, per accordi intervenuti fra il Ministero dei Lavori Pubblici e quello d'Agricoltura.

Per le località riconosciute idonee, sia nei riguardi dell'impermeabilità dei bacini di ritenuta, che della stabilità delle opere di sbarramento, viene provveduto ad un rilievo sommario, in modo da accertare sia l'entità di tali opere, che la possibile capacità dei serbatoi.

La capacità utile dei serbatoi viene stabilita in base alle condizioni morfologiche locali, alle esigenze della stabilità delle opere di sbarramento ed al quantitativo di acqua disponibile.

Se le risorse idriche sono esuberanti, la capacità viene stabilita esclusivamente in base alle condizioni morfologiche ed alle esigenze statiche, in caso contrario l'opera di sbarramento viene limitata in massima, in modo che il serbatoio che essa determina a monte si riempia almeno una volta all'anno con il valore utile delle precipitazioni normali.

La determinazione di tale valore dovrebbe farsi in base a misure dirette delle piogge e delle portate. Ma poichè per la Sicilia non esistono misure di portata fatte in epoca anteriore alla istituzione del Servizio Idrografico, salvo poche fatte dalla Società Generale Elettrica della Sicilia sul Simeto e sull'Alcantara, occorre stabilirlo mediante induzioni, in base alle condizioni morfologiche locali, alla permeabilità, altitudine, conformazione del terreno ecc.

La quantità di pioggia che cade nei bacini imbriferi dei diversi serbatoi che si studiano, viene determinata, in mancanza di stazioni in funzione da molti anni, dal confronto delle osservazioni fatte in uno stesso periodo di tempo nelle nuove stazioni impiantate dalla Sezione con quelle fatte in stazioni preesistenti che trovansi pressochè nelle stesse condizioni, e ricavando in tal modo il rapporto esistente fra esse, per mezzo del quale si possono ricavare i dati delle nuove stazioni per un lungo periodo di anni, che deve comprendere uno o più periodi critici.

La capacità dei serbatoi, rispetto al quantitativo di acqua disponibile, viene determinata con metodo analitico, e grafico, ricavando dal diagramma della pioggia utilizzabile la linea integrale degli afflussi, e da questa l'erogazione continua costante e l'integrale di tale erogazione. Dalla differenza dei valori corrispondenti dei detti due integrali, si ricava la linea delle variazioni dei volumi immagazzinabili, dalla quale si deduce facilmente la capacità dei serbatoi ed i periodi di riserva.

Parecchi serbatoi individuati sulle carte si sono anche scartati, perchè è risultata sproporzionata l'entità delle opere di sbarramento al volume d'acqua da immagazzinare.

Il numero dei serbatoi individuali sulle carte ascende a circa un centinaio dei quali N. 27 si riferiscono a domande di concessione già presentate, di cui si è fatto cenno innanzi, N. 30 circa si sono scartati, come è detto sopra, o per la non dubbia permeabilità del terreno, o per la sproporzione fra le opere di sbarramento ed il valore di acqua da immagazzinarsi, o perchè non adatti i terreni per la stabilità delle opere di sbarramento.

Parecchi ricadono in bacini di corsi d'acqua nei quali sono stati previsti altri serbatoi cui riferisconsi le domande presentate, ed il cui studio è connesso allo studio generale dei bacini stessi per stabilire il migliore e più razionale sfruttamento, studio che non va trascurato, giacchè una opera costruita su un corso d'acqua con criteri non miranti all'interesse generale può impedire o rendere più difficile l'esecuzione di opere di utilità molto maggiori per l'economia del paese.

I rimanenti, ridotti così ad un numero esiguo, sono pure in corso di studio.

Complesso e delicato è il problema, e lo studio va fatto con molta ponderazione.

L'Illustre Prof. Fantoli nella sua relazione al Consiglio Superiore delle Acque intorno all'argomento delle dighe di scogliera ed al problema dei serbatoi in Italia, così dice infatti:

« Spesso i Signori progettisti per l'esibizione di meriti comparativi di progetti concorrenti tendono a trascinare in una fallace retorica tecnica anche questo tema dei serbatoi, del quale chi scrive è pure, non da oggi, caldo ma ragionevole fautore.

« Qualunque cavità montana può diventare in troppi progetti sede di una diga arditissima. La emulazione spinge a postillare un po' dovunque le valli con serbatoi, ed è una facile gara, sempre sulla carta, il raggiungimento del maggior volume con sbarramenti via via più alti ».

E soggiunge:

« Si dica sinceramente che la ricerca di località adatte per i serbatoi è una ricerca non facile e di esito non frequentemente positivo ».

*

Dagli studi in corso della Sezione risulta che nei bacini presi in esame, escludendo i bacini pei quali si hanno serbatoi previsti da domande di concessione ed altri individuati dalla Sezione, pei quali bacini, dovrà, come si è detto, stabilirsi la migliore utilizzazione, potrebbero immagazzinarsi i seguenti volumi d'acqua.

Eleuterio	mc	17 000 000	diga alta	»	50
S. Bartolomeo	»	11 000 000	» »	»	25
Forgia	»	12 000 000	» »	»	26
Sosio	»	10 000 000	» »	»	22
Delia	»	22 000 000	» »	»	22
Carboi	»	35 000 000	» »	»	30
Platani (fiume di Castronovo)	»	15 000 000	» »	»	40
Ficuzza	»	39 000 000	» »	»	36
Dirillo	»	20 000 000	» »	»	35
Irminio	»	62 000 000	» »	»	51
Anapo { Pantalica	»	12 500 000	» »	»	36
Anapo { Riggino	»	37 500 000	» »	»	51
	mc	253 000 000			

Devesi rilevare che per il S. Leonardo, come innanzi è detto, esiste una istanza per creazione di un serbatoio, e la Sezione ne ha individuato un altro poco a monte di esso, che presenterebbe una migliore utilizzazione, inquantochè si verrebbe ad immagazzinare un volume d'acqua molto maggiore, mc. 93 000 000, mentre il 1° è di mc. 42 000 000 e si disporrebbe di una caduta superiore alla 1ª.

In tali condizioni, la maggiore lunghezza ed altezza della diga occorrente per il serbatoio individuato dalla Sezione, sarebbero largamente compensate dalla migliore utilizzazione.

Però, dalla visita del geologo, che ammette la possibilità della creazione di tale serbatoio, risulta che, essendo la stretta, costituita da terreni eminentemente argillosi, non potrà impostarsi una diga in muratura, ma a secco, e quindi il tirante d'acqua non dovrebbe superare i m 30 mentre il volume di 93 000 000 si ricaverebbe con una diga alta m 55.

In tale stato di cose, la Sezione procederà subito ai rilievi locali per accertare quale volume d'acqua potrà immagazzinarsi col tirante d'acqua di m 30, in modo da stabilire se è possibile la coesistenza dei due serbatoi, funzionando ognuno indipendentemente dall'altro, cosa che aumenterebbe di molto la produzione di energia in luogo prossimo a centri industriali di consumo.

*

Riguardo ai tipi di dighe, si ritiene che potrà adottarsi il tipo a gravità od a volta per i serbatoi ricadenti nei bacini dell'Eleuterio, Forgia, Carboi, Platani (Fiume di Castronovo) e Irminio, perchè le strette ricadono in rocce compatte.

Pei rimanenti quello a secco, od in terra, perchè ricadenti in terreni argillosi.

Pei progetti relativi alle domande presentate, siccome all'epoca della loro presentazione non erano state ancora emanate le norme sulla costruzione delle dighe, i progetti stessi probabilmente dovranno subire delle modifiche.

In generale può dirsi che potranno adottarsi le dighe in terra ed a secco nei bacini dell'Imera Settentrionale (Oribella) Carrubba e Gela e quelle a gravità nei bacini del Tusa, dell'Imera Settentrionale (Caltavuturo) S. Leonardo (Istanza Arena), Belice (Adrigna) Verdura e S. Pietro.

Per il bacino dell'Imera Meridionale, ricadendo le diverse strette previste parte in terreni argillosi e parte in rocce, potranno adottarsi, a secondo i casi, l'uno o l'altro tipo.

Lo studio della Sezione per tale bacino dovrà perciò riflettere anche la migliore utilizzazione avuto riguardo ai tipi di dighe che potranno adottarsi ed alle consentite altezze ammissibili.

*

Prima di chiudere questi brevi cenni si ritiene utile esporre sommariamente il lavoro finora compiuto dalla Sezione, per mostrare come il fine che si ripromette l'istituzione del Servizio Idrografico, che è quello di fornire gli elementi necessari per l'utilizzazione delle risorse idriche e per gli studi inerenti alle difese idrauliche, alle sistemazioni montane e fluviali, alle bonifiche ecc. potrà conseguirsi, almeno in parte, in un non lontano avvenire.

*

La Sezione Autonoma di Palermo cominciò a funzionare nei primi del 1918 e primo suo compito fu quello dell'accertamento dello stato di fatto esistente.

Si potè così conoscere che in materia ben poco, per non dire nulla, si era fatto in Sicilia. Esistevano infatti solo N. 59 stazioni pluviometriche dipendenti dall'Ufficio Centrale di Metereologia, da Enti privati e da Uffici del Genio Civile, e N. 5 idrometri dipendenti dall'Ufficio del Genio Civile di Catania, tutti impiantati sul Simeto, ed occorrenti per lo studio della bonifica della Piana di Catania.

Nulla che potesse dare un'idea dei deflussi dei corsi d'acqua, eccetto pochi, ma pregevoli studi fatti dalla Società Generale Elettrica della Sicilia sul Simeto e sull'Alcantara.

Le stazioni pluviometriche, erano distribuite su tutta l'estensione dell'Isola, di oltre 25 000 km². senza un piano organico prestabilito, in modo da non potersi dedurre anche in linea di larga massima, alcun concetto sulla variazione delle precipitazioni da luogo a luogo.

Tale stato di cose produceva inoltre il grave inconveniente di basarsi per lo studio di progetti su dati forniti da stazioni che trovavansi in condizioni affatto diverse per orografia, esposizione ai venti, altitudine, alle località cui riferivansi gli studi, ragione per cui i canali di bonifiche e le arginature di fiumi e torrenti spesso non venivano proporzionati alle effettive portate da convogliare.

Per ovviare nel modo più rapido a tale deplorevole stato di cose si provvide subito alla compilazione del piano di massima delle nuove installazioni pluviometriche, stabilendo la ubicazione delle diverse stazioni in relazione alla orografia dei luoghi, alla loro esposizione ai venti predominanti, ed a tutte le altre circostanze che possono influire sulla variazione delle pioggie.

Le installazioni vennero anche previste in modo da stabilire delle scale di pluviometri in ordine di altezza, per dedurre nelle diverse località la variazione delle precipitazioni in funzione della altitudine.

Malgrado le enormi difficoltà dovute allo stato di guerra, vennero iniziati gli impianti, che col 30 Giugno 1919 ascendevano a 120, al 31 Dicembre 1919, a 161 al 31 Marzo 1920, a 179 ed ascendono ora a 202 così ripartiti per altitudine.

da 0 ÷ 200	N.	53
» 201 ÷ 500	»	65
» 501 ÷ 1000	»	74
» 1001 ÷ 1500	»	10
Totale	N.	202

Con una densità di un pluviometro ogni 125 km². senza contare i totalizzatori impiantati nella regione Etnea di cui si dirà in seguito.

Si provvederà ora all'integrazione della rete con l'impianto di parecchi pluviografi che serviranno a supplire la eventuale poca diligenza di qualche osservatore.

In atto trovansi in funzione solo N. 12 pluviografi.

*

Oggetto di speciale attenzione è stato poi lo studio delle pioggie nella regione Etnea.

Infatti del Monte Etna si conoscono soltanto dati udometrici per le località poste a media altitudine, mentre per le maggiori altezze, ove, oltre le nevi, le precipitazioni acquee non debbono mancare, si hanno dati isolati e in parecchi luoghi non raccolti con unità di indirizzo.

Siccome i centri abitati si spingono fino a circa 600 m sul mare, per le altezze maggiori fu necessario ricorrere ai totalizzatori.

Pertanto, col prezioso ausilio dell'Illustre Prof. Gaetano Platania dell'Università di Catania, venne completata la rete di pluviometri comuni nei luoghi abitati e venne provveduto all'impianto di N. 10 totalizzatori così ripartiti per altitudine:

da 501 ÷ 1000	N.	1
» 1001 ÷ 1500	»	4
» 1501 ÷ 2000	»	3
» 2001 ÷ 2500	»	1
» 2501 ÷ 3000	»	1
Totale	N.	10

Nulla ancora può dirsi dei risultati ottenuti dall'impianto di tali totalizzatori occorrendo un periodo piuttosto lungo di osservazioni: si provvede intanto a sorvegliare il funzionamento ed a eliminare gli inconvenienti che mano mano si verificano.

Le osservazioni pluviometriche, vengono raccolte e pubblicate in bollettini mensili, dei quali la Sezione ha già pubblicato tutto l'anno 1918 il 1°, 2° e 3° trimestre 1919 ed è in corso di stampa il 4° trimestre di detto anno.

I bollettini contengono inoltre dei riassunti, confronti, medie e con l'anno 1920 verranno accompagnati anche dalla carta annuale delle isoiete.

*

La Sezione ha inoltre provveduto alla delimitazione e planimetratura dei bacini della Sicilia, suddividendo ogni corso d'acqua in bacini di 1°, 2° e 3° ordine, ed arrestando le suddivisioni ad elementi di superficie non inferiore a 100 — 150 kmq. Inoltre i bacini stessi sono stati suddivisi in zone alla confluenza dei diversi affluenti, e tutti i bacini e zone così delimitati sono state planimetrati in modo che riesce agevole, non solo di conoscere la superficie di ciascun bacino principale o secondario, ma anche la superficie del bacino di dominio di ogni punto di confluenza.

La relativa pubblicazione è pronta e verrà subito data alla stampa.

Una delle ricerche più importanti ed indispensabile nel campo dell'idrometria è la determinazione del coefficiente di deflusso per ciascun corso d'acqua e per ottenerlo con sufficiente approssimazione occorrono delle lunghe serie di misure di portata e la determinazione delle scale di deflusso.

Il compito per la Sicilia, per le sue speciali condizioni idrografiche, trattandosi di corsi d'acqua torrentizi, è grave e va affrontato gradatamente.

Pertanto in un primo periodo, si sono iniziate le misure di portata solamente in tre corsi d'acqua, scelti uno per ciascuno dei tre versanti in cui è divisa l'isola dalle sue principali linee di displuvio e cioè: per il versante Settentrionale, nel S. Leonardo, per il versante Orientale nel Simeto e per quel Meridionale nel Salso od Imera Meridionale.

Inoltre le misure vengono fatte anche nell'Oreto, ove erano già iniziati degli studi col concorso della Società Generale Elettrica della Sicilia.

Noto così il regime di tali bacini, si potrà accertare per analogia, in base al risultato delle osservazioni pluviometriche, quello degli altri bacini.

Le misure vengono fatte col mulinello e la Sezione ha adottato per lo scopo un tipo speciale di passerella smontabile costituita da elementi indipendenti, ciascuno della lunghezza di m 2 che vengono sospesi su cavi di acciaio e che risponde perfettamente allo scopo potendosi montare e smontare in breve tempo, e trasportarsi col camioncino da una all'altra stazione di misura.

In tal modo, gli impianti stabili si riducono semplicemente agli ancoraggi dei cavi di acciaio, che consistono generalmente in anelli di ferro annegati in blocchi di calcestruzzo.

Tale importante lavoro è stato iniziato nei primi del corrente anno, ed i risultati già ottenuti e quelli che si otterranno in seguito verranno pubblicati nei bollettini mensili.

*

Ogni stazione di misura di portata è fornita naturalmente di idrometri, e molti altri idrometri verranno impiantati nei diversi corsi d'acqua, facendo largo uso di idrometrografi che si ritengono i più indicati per i corsi d'acqua torrentizi, perchè registrano qualunque piena eccezionale e di breve durata, che non si avrebbe modo di conoscere con gli idrometri comuni.

REGOLAZIONE DELLA TENSIONE ED ISOLAMENTO PER TRASMISSIONI A LUNGA DISTANZA [1]

F. G. BAUM

I. — *Regolazione della tensione.*

Le grandi linee di trasmissione e di collegamento costituiscono ormai una questione di natura economica, dato che non si discute più della possibilità tecnica della trasmissione di energia a grandi distanze ma bensì della convenienza della trasmissione stessa. Trattandosi poi di una linea di collegamento in cui la potenza non viene trasmessa da una estremità e utilizzata all'altro estremo, ma nella quale invece la somministrazione e l'erogazione di potenza si effettuano in diversi punti del percorso della linea, il rendimento della trasmissione può riuscire assai alto anche se la linea è molto lunga.

La tensione più conveniente dal lato economico, considerando tutti gli aspetti del problema, si tende a ritenere che sia quella di 220 000 volt. Si consiglia poi di adottare come valori tipo per le tensioni secondarie, quelli di 110 000 e 55 000 volt per poter usare economicamente dell'autotrasformazione.

Allo scopo di ottenere il migliore servizio possibile da una grande linea di collegamento è opportuno di studiare la regolazione in modo che la tensione si mantenga costante in tutti i punti della linea e per qualunque carico. La somministrazione e l'erogazione dell'energia deve effettuarsi in punti ben definiti, deve essere possibile di invertire il senso di trasmissione della potenza su tutta la linea o in una sezione di essa, senza che venga alterata la regolazione della tensione. Per nessuna condizione di carico o di distanza la tensione deve variare oltre il 3 per cento.

Per la regolazione a valore costante della tensione, è opportuna l'adozione di condensatori sincroni. La figura 1 rappresenta il diagramma vettoriale [2] di tale regolazione per una linea lunga 320 km con tensione di utilizzazione mantenuta costante a 200 000 volt e 400 ampere in linea.

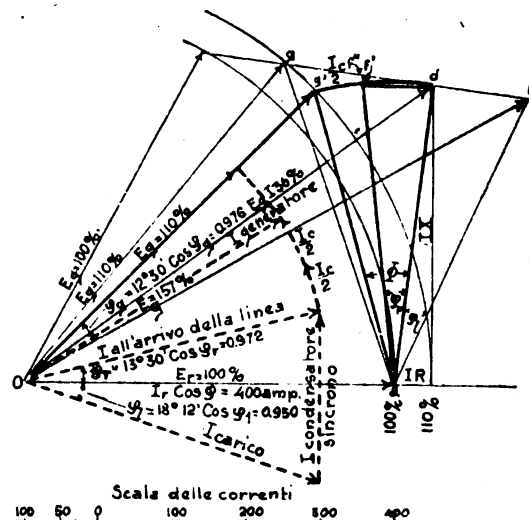



Fig. 1. — Regolazione di una linea con trasformatori a entrambe le estremità.

Condizioni: Lunghezza 320 km - Tensione di arrivo costante E_r = 200 000 volt - Corrente di capacità 136 ampere - Potenza trasmessa 138 600 kW.

Se si indica con IR il vettore relativo alla resistenza ohmica della linea e con IX quello relativo all'induttanza, comprendendo i trasformatori ad entrambe le estremità, se il fattore di potenza è eguale all'unità, la tensione di generazione necessaria risulta rappresentata dal vettore $O\,d$. Ritenendo $IR = 10\%$ della tensione E_r di utilizzazione ed $IX = 80\%$ di E_r, risulta $O\,d = E_g = 136\%$ di E_r ossia 272 000 volt.

Se poi si avesse un fattore di potenza (in ritardo) $\cos\varphi = 0{,}95$ ossia $\varphi = 18°\,12'$, la tensione di generazione necessaria risulterebbe rappresentata da $O\,f$ ossia $E_g = 157$ per cento di E vale a dire occorrerebbero 314 000 volt.

[1] Riassunto dal *J. A. I. E E.*, agosto 1921, pag. 643.

[2] F. G. BAUM — « A Simple Diagram Showing the regulation of Trasmission System ». - *Electrical World*, 18 maggio 1901.

Supponendo invece di mettere all'estremità ricevente un condensatore sincrono tale da mantenere una tensione di generazione $E_g = 110$ per cento di E_r ossia $E_g = 220\,000$ volt, il fattore di potenza all'estremità ricevente è rappresentato dall'angolo $d\,a\,g$ e risulta di 0,89 (in anticipo). Il rapporto dei segmenti $f\,g$ e $a\,d$ rappresenta la corrente del condensatore sincrono necessaria per correggere il fattore di potenza da 0,95 in ritardo a 0,89 in anticipo, e risulta di circa 336 ampere.

Si consideri ora anche la corrente di capacità della linea valutata in 136 ampere e si supponga che tale corrente venga fornita per metà ad ogni estremità della linea e che vi sia ancora il condensatore sincrono per mantenere la tensione di generazione a 220 000 volt. Con centro a si tracci l'arco $d\,g'$ che, misurato in parti di raggio risulta eguale a $a\,d \times \Phi$. Ed eseguendo si trova $d\,g' = 32{,}3$ per cento di E_r; l'angolo Φ risulta di 23°. La corrente di capacità della linea corrisponde a: $\frac{1}{2}\,I_c\,X = 13{,}3$ per cento circa e perciò la correzione che deve essere eseguita dal condensatore sincrono risulta di $32{,}3 - 13{,}3 = 19$ per cento. Rappresenti $d\,f'$ questo valore; il fattore di potenza viene espresso dal coseno dell'angolo $d\,a\,f'$ e risulta di 0,972 (in anticipo). Il rapporto $f\,f' : a\,d$ o praticamente $f\,f'' : a\,d$ rappresenta la corrente necessaria del condensatore sincrono per la correzione suddetta, e risulta di circa 230 ampere.

Il diagramma di fig. 1 mette in evidenza come non sia possibile eseguire convenientemente una lunga trasmissione, senza l'uso di condensatori sincroni. Basta infatti osservare come con un fattore di potenza 0,95 il generatore debba avere una tensione del 157 per cento di quella della stazione ricevente.

Si può dimostrare che per avere costante la tensione in tutti i punti della linea è necessario che corrente e tensione sieno mantenute praticamente in fase fra loro. Ciò si può ottenere con una distribuzione continua di capacità o di induttanza lungo la linea. Praticamente quanto di meglio si può fare è di ricorrere ai condensatori sincroni che possono fornire correnti in anticipo o in ritardo e funzionare quindi come capacità o come induttanze.

La fig. 2 rappresenta lo schema di regolazione di un tronco di linea eseguito appunto con tale sistema; la linea è supposta lunga 480 km.

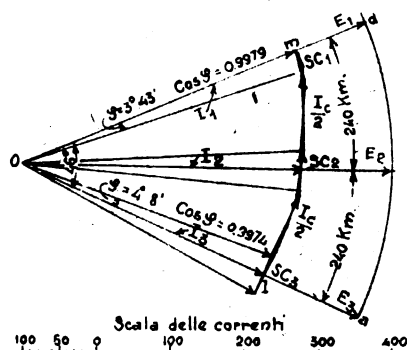



Fig. 2. — Regolazione di un tronco di linea.

Condizioni: Lunghezza 480 km - Tensione nel punto di mezzo e alle due estremità costante = 200 000 volt - Corrente di capacità 200 amp. - Corrente di linea 400 amp. Potenza trasmessa 138 000 kW - IR = 10% IX = 80%.

I segmenti $O\,d$, $O\,a$ rappresentano la tensione E costante. Si supponga che sia $I\,X = 0{,}80$ di E; se l'angolo $d\,o\,a$ in parti di raggio ha il valore 0,8 (= 46°) l'arco $a\,d$ rappresenta il valore $I\,X$. Poichè si mantiene costante la tensione, le perdite in linea si manifesteranno come diminuzione di corrente; supposto che le perdite totali sieno del 10% e che la corrente I_1 all'inizio sia di 400 ampere avremo alla fine $I_3 = 400 \times 0{,}9 = 360$ ampere, e alla metà della linea $I_2 = 0{,}95 \times 400 = 380$ ampere. La linea $l\,m$ rappresenta una corrente di capacità distribuita tale da mantenere la tensione costante ed in fase colla corrente. Il valore di $l\,m$ si può ritenere eguale a I_2 moltiplicato per l'angolo $d\;o\;a$ ossia $l\,m = 0{,}8 \times 380 = 304$ ampere. E poichè la corrente di capacità della linea è di 200 ampere, i rimanenti 104 ampere devono essere forniti da condensatori sincroni. Una metà sarà fornita da un condensatore nel punto di mezzo della linea, un quarto dal generatore stesso, o da un condensatore installato all'inizio se trattasi di una tratta intermedia di una linea, e l'ultimo quarto da un condensatore all'estremità opposta. Il condensatore centrale dovrà avere una potenza di $\frac{104}{2}\,200\,000\,\sqrt{3}$ = circa 20 000 kVA. Il fattore di potenza risulta di 0,99.

La fig. 3 rappresenta lo schema di regolazione completo di un sistema formato da due sezioni estreme di 160 km e da due sezioni intermedie di 480 km. Per le sezioni estreme sia $I\,X = 0{,}40$; $I\,R = 0{,}05$; corrente di capacità 68 ampere; per le sezioni intermedie sia $I\,X = 0{,}80$; $I\,R = 0{,}10$; corrente di capacità 200 ampere. Tensione di generazione a pieno carico $E_r = 1{,}05\,E_g$. Applicando le costruzioni di fig. 1 e fig. 2 si costruisce successivamente il diagramma.

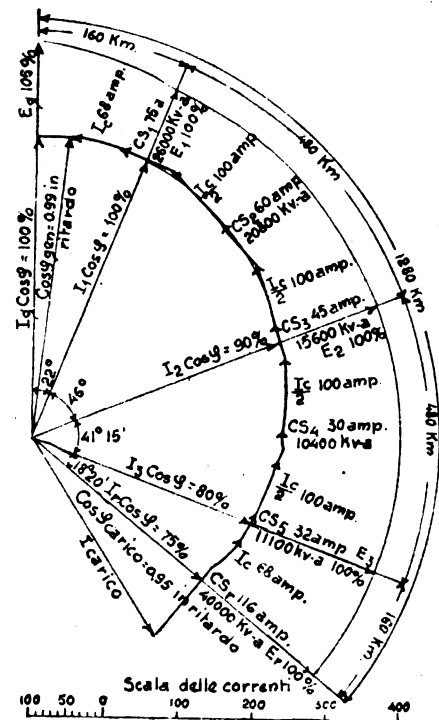



Fig. 3. — Regolazione di un sistema completo di trasmissione.

Questo sistema di regolare la tensione in modo che sia costante ed in fase colla corrente presenta parecchi vantaggi. La lunghezza d'onda ossia la frequenza può essere scelta indipendentemente dalla lunghezza d'onda propria della linea. Il fattore di potenza della linea è assai buono ossia di 0,99 e più, da 8/10 di carico a pieno carico. Il margine di sicurezza necessario di isolamento risulta assai minore che cogli altri sistemi facilitando così il problema degli isolatori. Il macchinario in genere può essere costruito tutto per una stessa tensione tipo. Ogni tendenza ad elevare o abbassare la tensione è efficacemente compensata dai condensatori. Progettando trasformatori in modo che un aumento di tensione di linea porti un aumento molto rapido della corrente di magnetizzazione, si può avere un'ulteriore tendenza contrastante gli innalzamenti di tensione.

II. — *Isolamento delle linee.*

La rigidità dielettrica dell'aria è assai alta. Dalle ricerche del Peek risulta che bastano circa 75 mm di aria interposta fra due sfere del diametro di 255 mm per impedire lo scoccare della scintilla, alla tensione di 130 000 volt, che corrisponde alla tensione verso terra di una linea a 220 000 volt. Con una distanza di 60 centimetri si ha un coefficiente di sicurezza eguale a 4.

Eppure benchè nelle linee ad altissima tensione la distanza fra i fili e gli attacchi ai pali, che rappresentano la terra, si tenga di oltre m 1,80 non si ottiene una sicurezza sufficente.

Con fili di circa 25 mm. di diametro non si ha da temere rottura dell'aria tra i fili a poca distanza (alcuni decimetri) dagli isolatori così che se non fosse per la riduzione dell'equivalente distanza delle traverse dovuta all'isolatore che fraziona la distanza in un certo numero di intervalli con disuguale sollecitazione, si potrebbe ridurre notevolmente la distanza tra i fili e conseguentemente l'altezza dei sostegni.

La figura 4 dà il gradiente del potenziale per un filo da 23 mm. a 220 k V e quello di un filo da 11,9 mm a 110 k V. Si rileva come il gradiente sia fortissimo in vicinanza della superficie del filo e presso a poco eguale nei due casi, rimanendo inferiore alla tensione critica dell'aria che è di 20 k V effettivi per centimetro. Alla distanza di soli 4 cm. dal filo il gradiente è soltanto di 4 k V per cm.

Proporzionando i fili in modo da essere prossimi all'effetto corona, ogni elevazione di tensione porta alla manifestazione dell'effetto stesso, il quale potendosi ritenere come un aumento del diametro di filo, migliora le condizioni nei riguardi della scarica fra filo e filo, Da quanto esposto si può perciò ritenere che nelle tratte fra i pali non potrà mai avvenire la scarica fra i diversi conduttori della linea.

Ma all'attacco dei fili ai pali si verificano forti gradienti nell'aria, dovuti ai piccoli diametri e agli spigoli dei chiodi, delle legature e degli organi in genere di attacco del filo al primo elemento dell'isolatore.

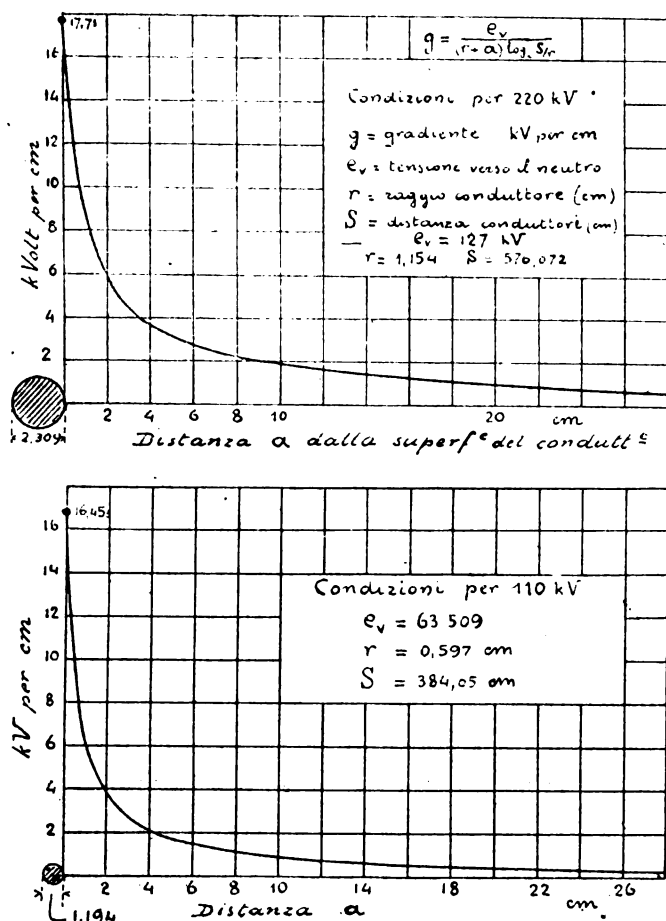



Fig. 4.

In questi punti una sopraelevazione di tensione può facilmente condurre a gradienti tali che avvenga una scarica che metta in corto circuito il primo elemento e poi via via da un elemento all'altro per tutta la serie.

Bisogna prevenire il formarsi dell'inizio di questi archi o pennacchi di corona e ciò si può ottenere proteggendo la linea e gli attacchi con

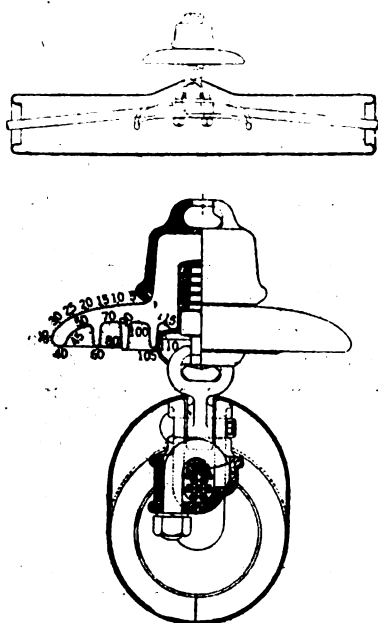



Fig. 5. — Impiego di manicotti d'ampliamento al filo e al gambo dell'isolatore.

numeri segnati sul margine della campana servono a misurare le lunghezze della scarica superficiale per costruire la fig. 4.

rivestimenti cilindrici o conici come è indicato in fig. 5 e che hanno l'effetto come di aumentare il diametro del conduttore. Si possono in tal modo sopportare elevamenti di tensione assai forti. Anche gli organi di attacco devono essere studiati e disegnati in modo da prevenire il formarsi di ripidi gradienti.

Notevoli miglioramenti sono ancora da portarsi nella costruzione degli isolatori, specialmente nel senso di prevenire le rotture dipendenti dall'espansione del cemento di unione dei vari pezzi.

La figura 6 mette in evidenza come si distribuisca il gradiente di tensione in tre catene di isolatori. Appare evidente come il primo isolatore verso la linea sopporti una differenza di tensione molte volte

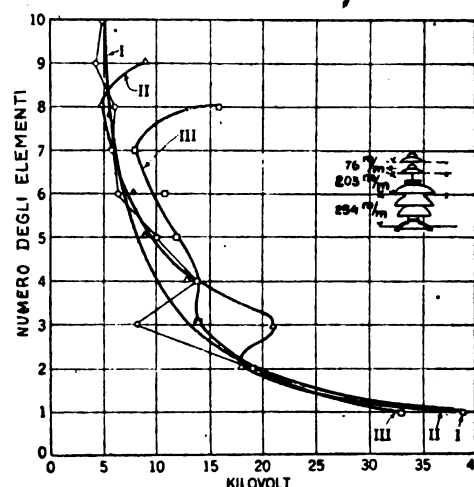



Fig. 6. — Curve di distribuzione della tensione nelle catene di isolatori.

Curva I — Un elemento a gambo multiplo presso la linea e 9 elementi a campana sopra di esso.
Curva II — Due elementi a campana presso la linea e 6 elementi ad anello superiormente.
Curva III — Due isolatori a gambo alle estremità della catena e 6 elementi a campana intermedi.

Tensione applicata 127 000 volt per tutte le curve.

maggiore di quella dell'ultimo isolatore verso terra. Ciò produce anche una diversa sollecitazione verso la scarica superficiale nei diversi isolatori. La sollecitazione massima è da 6 a 10 volte la media. E' dunque assai importante di studiare un modo per ridurre la sollecitazione massima il più vicino possibile al valore medio.

Una analisi dei fenomeni che avvengono nelle catene di isolatori, si può eseguire mediante il tracciamento di alcune curve che permettono di riconoscere le caratteristiche di una data catena.

I fattori che limitano la massima sollecitazione sono 1°) la sollecitazione dell'aria; 2°) quella della resistenza superficiale; 3°) quella di ogni elemento.

Dalle curve di fig. 4 conosciamo la sollecitazione nell'aria e possiamo tenerla nei limiti dovuti ampliando, almeno in vicinanza degli isolatori, il diametro del filo mediante degli schermi come sopra si è detto.

La resistenza superficiale può essere aumentata o riducendo la tensione applicata ad ogni elemento, o allargando il perno come in figura 5 oppure allungando il percorso fra metallo e metallo come sarà mostrato in seguito.

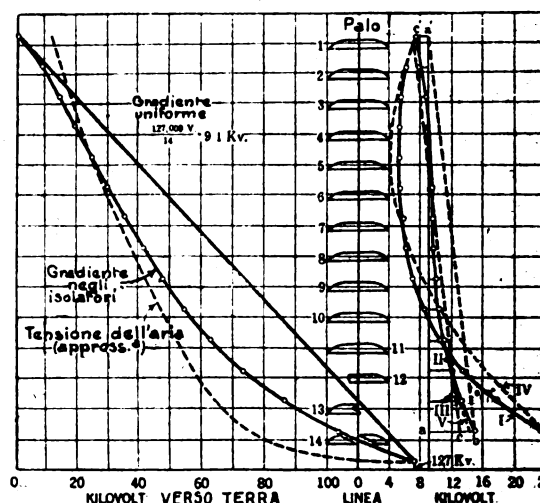



Fig 7. — Curve caratteristiche per una catena di 14 elementi.
Tensione applicata 127 000 volt.

Una catena di isolatori può essere considerata come una piccola sezione di una linea di trasmissione avente una certa differenza di po-

tenziale agli estremi, nella quale circolano delle correnti di carico prelevate alla distanza dei diversi elementi ed altre immesse nella linea presso agli elementi stessi.

La fig. 7 si riferisce a una serie di 14 elementi e in scala opportuna può rappresentare anche la corrente fra i diversi elementi: Ora la differenza fra la corrente attraverso 14 e 13 unità, ad esempio, rappresenta la corrente dalle parti metalliche di un elemento, verso il palo. Prendendo queste differenze e portandole come ascisse sulla retta *a a'* presa come asse delle ordinate si ottiene la curva *II* che rappresenta le correnti dalla *o* verso la catena. Si vede che in questo caso sotto il quinto elemento le correnti partono dalla catena mentre al di sopra di tale elemento le correnti vanno dall'aria alla catena. A sinistra della figura si è tracciata la curva del gradiente della catena di isolatori. Nel punto in cui la curva *II* ci indica che la corrente è nulla, il potenziale dell'aria e della catena saranno eguali. Inoltre la somma delle correnti sopra il punto in cui la curva *I* taglia la tensione media deve essere nulla; la corrente attraverso la cupola dell'elemento superiore non può essere dovuta che alla corrente che arriva alla cupola stessa essendo essa a potenziale zero. Con questi elementi e calcolando la caduta di potenziale nell'aria vicino al filo di linea (caduta che segue una legge logaritmica) si è tracciata anche la curva approssimativa del potenziale nell'aria, il quale raggiunge lo zero un poco al di sopra dell'attacco al palo. Le correnti di cui la *II* ci dà i valori ed il senso, sono dovute alle differenze di potenziale fra aria e catena.

A titolo di esempio si consideri una catena di 12 elementi a 120 k V come quella di figura 8. Sia in essa:

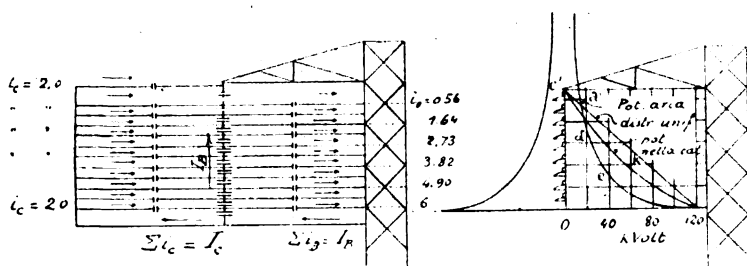



Fig. 8.

I_a la corrente in serie che passa nella catena, alla quale assegnamo un valore 10.

I_b la corrente di capacità dalle cappe al palo, la quale varia proporzionalmente al potenziale delle armature. La I_b varia in questo caso, da 0 a circa 6 partendo dall'attacco alla mensola verso quello del filo. In ogni punto della catena I_b sarà la somma di tutte le correnti fra l'armatura che si considera e quella in contatto della terra.

I_c la corrente di capacità dal filo alle singole armature. L'impedenza essendo costituita principalmente dall'aria, si può ritenere praticamente costante ed eguale circa a 2. In ogni punto della catena passerà la sommatoria di tutte le correnti relative alle armature fra quella che si considera e quella in contatto colla terra; questa sommatoria sarà di segno contrario alla precedente.

Si trascurano le correnti di capacità fra armatura e armatura perchè praticamente si compensano.

Abbiamo quindi la seguente tabella:

Elemento	I_A	I_b		I_c		$I_A + I_B - I_C$
		nell'elemento	nella catena	nell'elemento	nella catena	nella catena
1	10	0	0	2	2	8
2	10	0,55	0,55	2	4	6,55
3	10	1,09	1,64	2	5	5,64
4	10	1,64	3,38	2	8	5,28
5	10	2,18	5,46	2	10	5,46
6	10	2,73	8,19	2	12	6,19
7	10	3,27	11,46	2	14	7,46
8	10	3,82	15,28	5	16	9,28
9	10	4,36	19,64	2	18	11,64
10	10	4,90	24,54	2	20	14,54
11	10	5,46	30,00	2	22	18,00
12	10	6,00	36,00	2	24	22,00

Per tracciare il diagramma come si è fatto in figura 9, si tracci la linea $a\ a' = I_A = 10$ valore costante per ogni elemento; poi si tracci $a'\ b$ tale che $a\ b = I_B = 6$ così che si ha I_b variante da 0 a 6; in seguito si tracci la parallela $c\ c'$ in modo che sia $c'\ a' = c\ b = 2$. La curva di distribuzione sarà ottenuta sommando le ascisse delle tre linee tracciate, col loro segno: si otterrà la curva segnata più grossa in figura.

L'esperienza ha mostrato che se anche I_B e I_c non sono variabili linearmente lo è però la loro differenza $I_B - I_c$ cosicchè la costruzione data è attendibile.

Il punto di minima sollecitazione risulta, come si vede, a circa un terzo di distanza dall'attacco al palo; volendo quindi, ad esempio, passare da una catena di 12 elementi ad una di 15, basterà aggiungere un elemento verso il palo e due verso il filo.

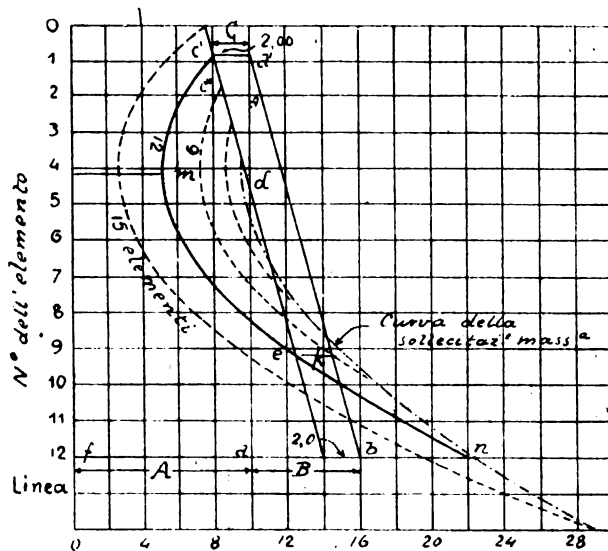



Fig. 9.

Se si cambiano gli elementi al di sotto del punto di minima sollecitazione, sia facendoli più grandi, sia allargando il diametro dei perni, sia aumentando la capacità mediante dischi metallici, la curva del diagramma ruota attorno al punto segnato e in figura tendendo ad avvicinarsi alla verticale.

Dalla discussione precedente, si deducono i seguenti mezzi per migliorare il funzionamento delle catene di isolatori:

I: uso di anelli

II: uso di corna isolate.

III: graduazione degli elementi inferiori al terzo

IV: uso promiscuo di isolatori rigidi verso la linea e di quelli del tipo sospeso verso l'appoggio.

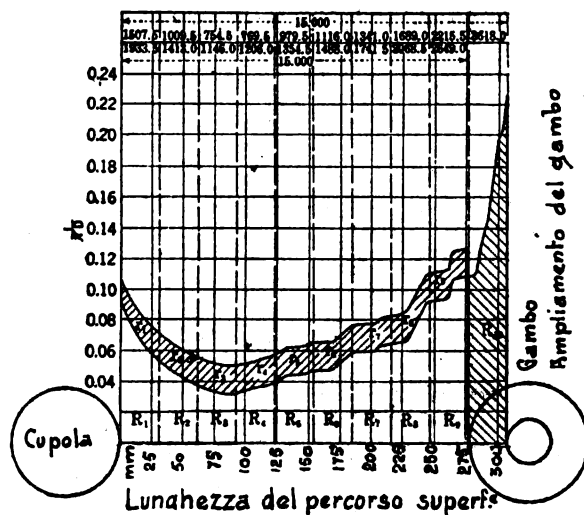



Fig. 10. — Metodo per ridurre il massimo gradiente per la scarica superficiale.

Gli espedienti I e II riducono la corrente I_b ed aumentano la I_c. Essi però presentano lo svantaggio di aumentare il potenziale nell'aria e quindi la sollecitazione negli elementi vicini all'appoggio, cosicchè gli archi a secco tendono a formarsi nei primi elementi.

Col metodo III il potenziale della catena è mantenuto superiore a quello dell'aria e quindi si tende a prevenire il formarsi dell'arco lungo la catena.

Col metodo IV il potenziale nella catena è tenuto eguale a quello nell'aria; esso è indicato dall'autore solo come esemplificazione non essendo finora stato studiato per l'applicazione.

Il tipo attuale di isolatori a disco sembra completamente soddisfacente per gli elementi dei due terzi superiori della catena. Occorre invece studiare ulteriormente gli elementi del terzo inferiore della catena nell'intento di ridurre le sollecitazioni alla scarica superficiale, e alla scarica disruptiva nell'aria all'incirca la metà dei valori che si verificano coi tipi attuali: questo metodo appare più razionale che non quello di aumentare semplicemente il numero degli elementi.

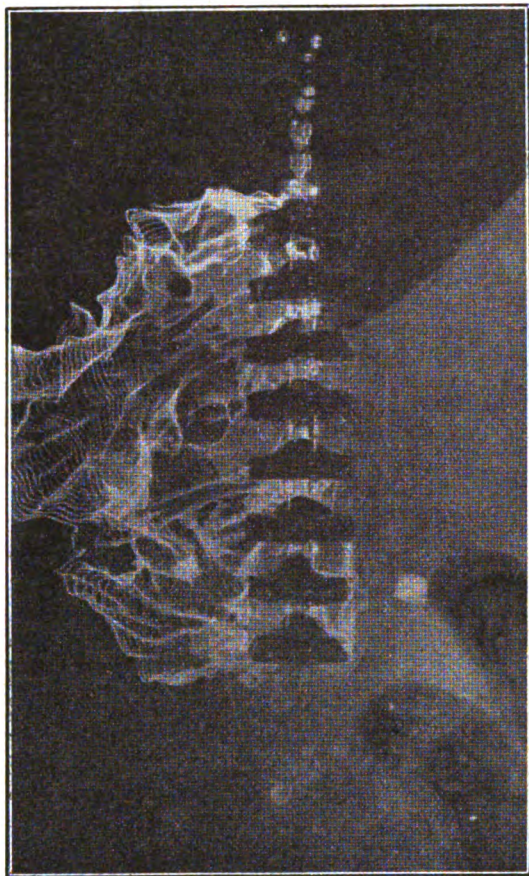



Fig. 11. — Formazione dell'arco in una catena di isolatori.
Ad umido: 331 000 volt — A secco 380 000 volt.

La fig. 10 si riferisce invece alla resistenza alla scarica superficiale. Essa si riferisce in particolare all'isolatore rappresentato nella figura 5, con una tensione di 23 000 volt fra gambo e cupola. La resistenza in vicinanza al gambo è assai alta e decresce rapidamente coll'aumentare dell'area offerta alla scarica. Dal diagramma della figura risulta evidente come aumentando il diametro del gambo si possa ridurre il massimo gradiente presso al gambo aumentando di ben poco il gradiente negli altri punti; l'area R_{10} è eguale alla somma delle aree $r_1 + r_2$. Questo risultato si realizza approssimativamente mediante l'uso dell'anello conduttore segnato in fig. 8 intorno al gambo.

R. S. N.

L'autorità della nostra Associazione sarà ancora maggiore quando essa potrà disporre di un suo patrimonio. Questo non può essere costituito che dalle quote dei Soci vitalizî o perpetui. I Soci che amano il Sodalizio devono quindi prendere in seria considerazione la possibilità di iscriversi Soci vitalizî.

I Soci e gli Abbonati che non avessero ricevuto un numero dell'ELETTROTECNICA potranno avere una seconda copia gratuita purchè ne facciano domanda alla Amministrazione del Giornale (Via San Paolo, 10 - Milano) entro un mese dalla data del fascicolo non ricevuto.

ILLUMINAZIONE CON LAMPADE IN SERIE

GUALTIERO STORCHI

Nei N. 13 e 14 del 1915 e nel N. 23 del 1921 « *L'Elettrotecnica* » ha pubblicato due interessanti articoli, rispettivamente dell'Ing. Sacerdote e dell'Ing. Peri, che chiaramente mettono in evidenza i vantaggi dell'illuminazione stradale con lampade ad incandescenza inserite in serie su circuiti a tensioni elevate (3 - 4000 v).

In detti circuiti la corrente risulta costante per mezzo di trasformatori in aria a bobine mobili da installarsi in apposite cabine, o,

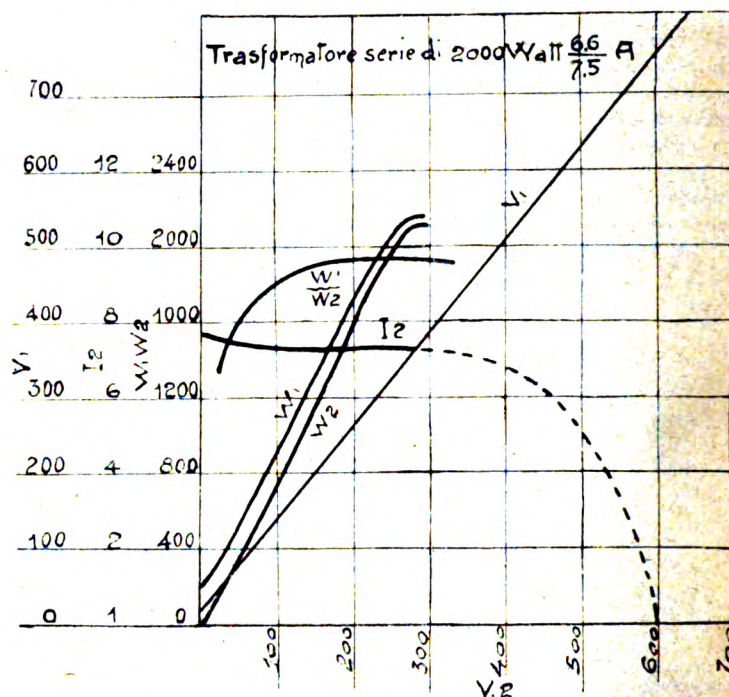



Fig. 1.

per lampade di potenza luminosa limitata (60 - 200 c) con trasformatori secondari sia in aria (tipo per nicchie) sia in olio (tipo per pali) di varia potenza (0,5 - 2,5 kVA) autoregolatori della corrente (fig. 1).

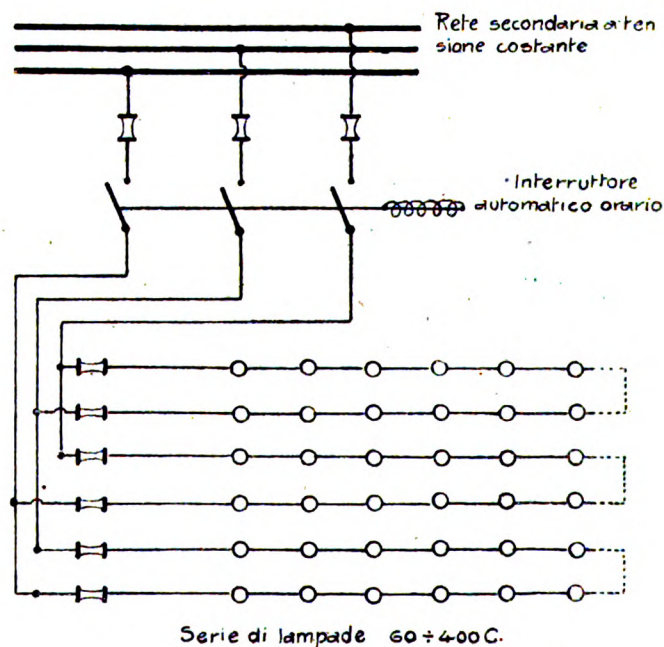



Fig. 2.

Questi sistemi convenienti per impianti di città importanti, sono discutibili dal lato economico, per l'illuminazione di piccole città, di paesi od anche di grandi stabilimenti industriali per il costo non indifferente dei macchinari speciali.

In simili casi è economico adottare il sistema, accennato dall'Ing. Peri, che consta nell'installazione di lampade in serie su circuiti direttamente allacciati ad una rete comune di distribuzione parallelo (fig. 2).

Detto sistema, che a Torino è applicato da oltre un anno con esito ottimo, rappresenta una grande economia.

Presenta i vantaggi degli impianti serie; luminosità costante delle lampade indipendentemente dalla distanza del punto di alimentazione; economia notevole di rame, potendosi alimentare le varie unità con un solo filo; sicurezza dai furti delle lampade, non trascurabile elemento per impianti poco sorvegliati, e non richiede nessun macchinario speciale.

Con detto sistema occorre solo provvedere a mantenere costante il carico agli estremi e la continuità del circuito quando una o più unità bruciassero.

Negli impianti serie alimentati da trasformatori a corrente costante la continuità della serie è assicurata da una valvola di tensione montata sul portalampade tra due lamelle metalliche (*Elettrotecnica*, 1915, pag. 316) e la variazione di carico è autoregolata dal trasformatore stesso.

Negli impianti serie alimentati da una rete a tensione costante la continuità della serie è assicurata ugualmente da una valvola di tensione montata su portalampade speciale che invece di porre questo in

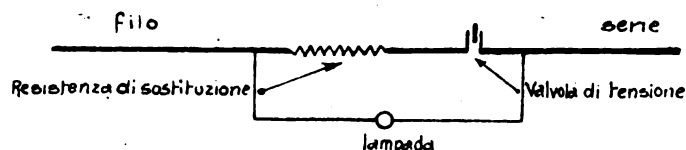



Fig. 3.

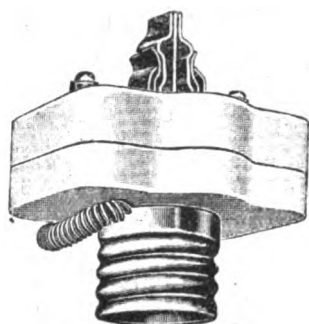



Fig. 4.

corto circuito inserisce una resistenza ohmica di sostituzione che assorbe una tensione uguale a quella della lampada bruciata (fig. 3-4).

Il ricambio dell'unità fuori servizio è possibile, anche durante l'esercizio con notevole tensione, richiedendosi pochi secondi per la sostituzione della parte inferiore del portalampade con altra alla quale precedentemente sia stata applicata una lampada buona ed una nuova valvoletta (fig. 5).

Fig. 5

L'elenco dei Soci vitalizî o perpetui è una specie d'albo d'oro dell'A. E. I. - I Soci vitalizî pagano una volta tanto L. 2000. La Società o gli Enti possono diventare Soci perpetui versando L. 5000. Tali somme costituiranno il patrimonio inalienabile dell'Associazione.

LETTERE ALLA REDAZIONE

Sul calcolo delle perdite per effetto «Corona».

Dall'Ing. Attilio Incontri riceviamo la seguente lettera:

Spett. Redazione de L'Elettrotecnica

MILANO

Ad eliminare calcoli errati e sopratutto perdita di tempo sarebbe desiderabile che i vari autori, nel trattare argomenti eguali, impiegassero formule identiche od almeno giustificassero i motivi delle differenze che si riscontrano sovente e ciò sopratutto quando si tratta non di semplice forma, ma di sostanza.

Mi voglio per questa volta riferire alle formule per gli effetti Corona. Quelle che fino a prova in contrario ritengo le più attendibili, sono quelle riportate nello Standard Handbook for Electrical Engineers, *e si scrivono:*

$$e_0 = \textit{tensione critica} = 21{,}1 \times M_0 \times \delta \times r \lg_e \frac{D}{r}\ kV.$$

$$\textit{Perdita per km di singolo conduttore} = \frac{344}{\delta} \times n \times \sqrt{\frac{r}{D}} \times$$
$$\times (e-e_0)^2 \times 10^{-5}\ kW$$

dove δ = *fattore di densità dell'aria* = $\frac{3{,}92 \times p}{273+t}$; $\delta = 1$ per $p = 76$, $t = 25°\ c$; $M_0 = 1$ *oppure* 0,85 *secondo che si tratti di filo o treccia a 7 fili.*

Ora io mi domando: a) *Perchè gli egregi colleghi, che hanno trattato questo argomento, non hanno tutti adottato le formule originali della più alta autorità in materia;* b) *Perchè non si curano meglio le bozze di stampa in modo da eliminare strafalcioni che rendono arduo, alla maggioranza dei lettori non specializzati, il testo e sopratutto l'applicazione pratica delle formule?*

E così per esempio:

Atti Associazione Elettrotecnica Italiana, Vol. VIII, Fascicolo 20, del 31 Ottobre 1913, Pag. 1040:

Nella formula riportata dall'Ing. Ulisse Del Buono, per la perdita Corona, è invertita la frazione sotto radicale, il che non deve avere causato poco imbarazzo a chi l'ha dovuta applicare senza avere agio di confronto con altre.

Sempre alla stessa pagina è riportato $\delta = \frac{3{,}86 \times p}{273+t}$ *mentre il coefficiente numerico dovrebbe essere* 3,92.

Giornale L'Elettrotecnica, *Vol.* VIII, *N.°* 2, *pag.* 23.

Ricalcolando gli esempi riportati nella prima colonna si rileva facilmente che per δ *è stata impiegata la formula:*

$$\delta = 1{,}29\ \frac{273}{273+t} \times \frac{p}{76}$$

assumendo $t = 10°$; $p = 71{,}5$ *il che da* $\delta = 1{,}17$, *formula che parte dalla premessa di avere* $\delta = 1{,}29$ *per* $t = 0$ *e* $p = 76$. *Perchè queste differenze di interpretazione?*

Giornale L'Elettrotecnica, *Vol. VIII, N.°* 21, *Pag.* 471.

L'Ing. Claudio Castellani nel suo elegante studio presenta per la perdita Corona la formula:

$$P_{watt} = \frac{6 \times 86 \times n \times \sqrt{d}}{100 \times \delta \times \sqrt{2D}} \left(E - 11{,}1 \times k \times \delta \times d \times \log \frac{2D}{d}\right)^2$$

per km linea trifase.

In essa è da rilevare che il coefficiente numerico della tensione critica deve essere $21{,}1 : 2 = 10{,}55$ *e che il logaritmo è neperiano e non decimale e quindi va indicato con* $L\frac{2D}{d}$ *oppure* $\lg_e \frac{2D}{d}$ *affine di non far commettere errore a chi applichi la formula senza avere presente il procedimento teorico.*

A questo riguardo mi permetto di osservare che sarebbe molto meglio di adottare sempre i logaritmi decimali se non altro per la circostanza che essi sono facilmente calcolabili con il regolo calcolatore, senza bisogno di doversi ricordare il modulo di conversione.

Il coefficiente della formula suddetta 6×86 *sta a quello della formula americana* 3×344 *come* 1 *a* 2 *e l'egregio Ing. Castellani, al quale mi sono rivolto per una spiegazione, mi fa osservare che nel manuale Hütte (edizione Hoepli, pag. 1028) la formula americana rappresenta la perdita complessiva per km di linea a due conduttori: chi ha ragione? Mistero!*

Osservo finalmente che per δ *è dato il valore* $\frac{3{,}86 \times H}{273+t}$ *invece di* $\frac{3{,}92 \times H}{273+t}$.

Voglio sperare che codesta Spett. Redazione, con la sua specialissima competenza, vorrà indicare quali formule dobbiamo adottare eliminando incertezze deleterie per chi, (la maggioranza), non ha il tempo di approfondirsi in ogni argomento ma solo quello di applicare numericamente le formule che occorrono.

Firenze, 4 settembre 1921.

Dev.mo ATTILIO INCONTRI.

Abbiamo comunicato la lettera dell'Ing. Incontri al collega Ing. Melinossi che, come membro della Commissione di Livorno per lo studio dei grandi trasporti di energia, ebbe già occasione di occuparsi dell'argomento.

Egli ci favorisce cortesemente la lettera che segue la quale chiarisce la questione riportando i dati e le formule dei vari autori e conferma che fra tali formule non sussiste, come ha fatto rilevare l'Ing. Incontri, un accordo completo, cosicchè il calcolo delle perdite per effetto corona presenta tuttora non trascurabili incertezze.

*Spett. Redazione dell'*Elettrotecnica

MILANO

In relazione alla lettera dell'ing. Incontri e al cortese invito di codesta Redazione, mi pregio fornire i seguenti chiarimenti.

Devo anzitutto riconoscere che l'Ing. Incontri ha perfettamente ragione, quando trova che le formule per l'effetto corona date da diversi manuali ed autori non sono in accordo; infatti per esempio il manuale Hütte a pag. 1028, II° volume, porta:

$$p = \frac{344}{\delta} f \sqrt{\frac{r}{d}} \left(e - m_0 \, g_0 \, \delta \, r \log_e \frac{d}{r} \right)^2 10^{-5} \frac{kW}{km} \qquad (1)$$

nella quale δ è detto senz'altro densità dell'aria $g_0 = 21{,}1$ kV/cm; le perdite sono date per km di conduttore e le tensioni e ed e_0 sono considerate contro neutro; per avere le perdite in una linea trifase si devono moltiplicare i risultati per 3 (ciò che equivale a sostituire ad e ed e_0 le tensioni concatenate).

Il Kalender für Elektrotechniker 1921 *a pag. 118 dà per le perdite la formula:*

$$p = \frac{344}{\delta} f \sqrt{\frac{r}{d}} \left(e - m_0 \, g_0 \, \delta \, r \log_e \frac{d}{r} \right)^2 10^{-5} \frac{kW}{km}$$

in cui δ è detto densità dell'aria ed il suo valore è indicato con l'espressione:

$$\delta = \frac{3{,}92\,H}{273 + t} \qquad g_0 = 21{,}2 \frac{kV}{cm}$$

Questi esempi di discordanza si potrebbero moltiplicare, per ciò ho creduto non inutile risalire agli studi originali del Peek e di altri sull'effetto corona.

Il Peek nelle sue note (I - II - III) pubblicate sul fenomeno corona ammette per le perdite la formula:

$$p = \frac{344}{\delta} f \sqrt{\frac{r}{d}} \left(e - m_0 \, g_0 \, \delta \, r \log_e \frac{d}{r} \right)^2 10^{-5} \frac{kW}{km}$$

nella quale i simboli hanno il significato ormai noto $g_0 = 21{,}1$ kV/cm $\delta = \frac{3{,}92\,H}{273 + t}$ cioè la densità dell'aria è una densità relativa, riferita a quella per H = 76 cm di mercurio e t = 25°, considerata eguale ad 1.

(Si può notare che forse una delle ragioni delle diversità riscontrate nei valori di δ può essere nel fatto che molti manuali danno δ senz'altro come densità dell'aria e quindi hanno considerato $\delta = 1$ per H = 76 e t = 0°, altri per H = 76 t = 15°, altri può aver preso $\delta = 1{,}29$ per H = 76 t = 0° etc.).

Nella formula (1) f rappresenta la frequenza, ma già fin d'allora il Peek aveva notato che a frequenze molto basse le perdite erano più grandi di quelle calcolate, ciò che lasciava presumere che le perdite avessero luogo anche con differenze di potenziale continue, infatti successivi studi (IV - V - VI - VII) hanno confermato questa supposizione.

E' da rilevare che, secondo il Peek, le perdite non dovrebbero cominciare appena la differenza di potenziale efficace raggiunge e_0, cioè quando il gradiente di potenziale raggiunge il valore critico g_0 alla superficie del conduttore, ma solo allorchè ciò avviene ad una distanza finita dal conduttore, cioè al momento nel quale comincia la visibilità dell'effetto corona; questo valore di e che il Peek indica con e_v è dato da

$$e_v = m_v \, g_0 \, \delta \, r \left(1 + \frac{0{,}301}{\sqrt{r}} \right) \log_e \frac{d}{r} \qquad (2)$$

in cui $m_v = 0{,}82$ per avere e_v tale che l'effetto corona sia visibile in tutta la superficie del conduttore.

I due valori e_0 ed e_v sono molto diversi per conduttori di piccolo diametro e lo sono meno per conduttori di diametro considerevole.

Però le esperienze del Peek mostrano che le irregolarità della superficie del conduttore fanno sì che le perdite sieno già sensibili prima di arrivare ad e_0; secondo l'Autore possono eccedere quelle date dalla formula (1) della quantità

$$p_1 = q \, \varepsilon^{-h} \, (e - e_0)^2 \qquad (3)$$

I valori dei coefficienti q ed h sono sempre tali da dare per p_1 valori molto piccoli, mentre, appena si sorpassa sensibilmente e_0 la formula (1) dà valori rapidamente crescenti, per ciò il Peek ritiene che la formula (3) abbia poca importanza pratica; in ogni modo egli nei suoi lavori conserva per l'espressione delle perdite la formula (1).

Il Whitehead in un suo studio (VIII) quasi contemporaneo a quelli del Peek arriva a conclusioni concordanti con lo stesso.

Il Lewis in due suoi recenti lavori (IX - X) prende come formula per calcolare l'effetto corona la seguente:

$$p = \frac{241}{\delta} \sqrt{\frac{r}{d}} \, (25 + f) \left(e - g_0 \, m_0 \, \delta \, r \log_e \frac{d}{r} \right)^2 10^{-5} \qquad (4)$$

nella quale $\delta = \frac{3{,}92\,H}{273 + t}$; $g_0 = 21{,}1$ kV/cm; però la frequenza vi compare non più direttamente come fattore, ma come addittivo ad un fattore, ciò perchè le perdite esistono anche per f = 0 cioè per corrente continua come si è detto prima.

Le formule (1) e (4) danno circa gli stessi valori per f = 60, frequenza comune in America, però diversificano sensibilmente per altri valori della frequenza.

Il Lewis trova i valori dati da (4) concordanti con le perdite effettivamente misurate in una lunga linea solo per valori di e maggiori di e_v, mentre per valori di e compresi fra e_0 ed e_v le perdite sarebbero sensibilmente minori di quelle date dalla (4), in contradizione con quanto risulta dai lavori sopra accennati del Peek.

Peraltro il Lewis dice, che le sue sole esperienze non sono sufficienti per stabilire nuove formule, e d'altra parte crede che la formula delle perdite non abbia grande valore, poichè non ritiene conveniente andare col potenziale al di sopra di e_0 per evitare forti perdite durante i temporali od in simili condizioni atmosferiche, e più che altro per evitare i complessi fenomeni secondari cui dà luogo l'effetto corona; per es. l'aumento di capacità della linea dovuta all'aumento apparente del diametro dei conduttori, in seguito al formarsi intorno agli stessi di uno strato d'aria ionizzata, e quindi conduttrice; inoltre nei sistemi trifasi connessi a stella con neutro a terra si presenta, quando le perdite per effetto corona sieno forti, una corrente di terra molto intensa ed avente una frequenza tripla di quella di alimentazione; naturalmente quando il neutro è isolato si presenta una terza armonica di tensione fra il neutro stesso e la terra, e le perdite per effetto corona sono un po' diverse che nel caso precedente.

La presenza di armoniche dovute all'effetto corona è stata studiata anche dal Peek (XI), il quale la spiega col fatto che le perdite non continuano per tutto il periodo, ma avvengono solo per il tratto nel quale l'onda di tensione supera il potenziale critico per effetto corona; ciò naturalmente produce delle deformazioni nell'onda di tensione ed in quella di corrente; inoltre ciò produce anche una variazione della capacità durante il periodo, cioè ancora deformazione dell'onda di corrente.

Gli studi predetti sono ricchi anche di oscillogrammi che mostrano con grande evidenza questi fenomeni. In conseguenza di essi risulta anche assai difficile la separazione delle perdite, misurate per una data linea, in perdite per effetto corona sui conduttori, sugli isolatori, sui morsetti; per effetto Joule nei conduttori; per isteresi dielettrica negli isolatori, etc.

Si comprende anche come, diversificando da Autore ad Autore i criteri secondo i quali la suddetta separazione è fatta, si abbiano delle formule che, essendo empiriche, non sono in perfetto accordo, e che sono sempre suscettibili di variazioni dovute a studi successivamente più completi ed esaurienti.

Livorno, 7 Novembre 1921.

Ing. GIUSEPPE MELINOSSI.

(I) — F. W. PEEK - Law of corona I - *Proc. A. I. E. E.*, 1911, Vol. XXX, pag. 1485.

(II) — F. W. PEEK - Law of corona II - *Proc. A. I. E. E.*, 1912, Vol. XXXI, pag. 1085.

(III) — F. W. PEEK - Law of corona III - *Proc. A. I. E. E.*, 1913, Vol. XXXII, pag. 1337.

(IV) — E. H. WARNER - Corona current and jonisation pressure - *Science Abstracts* - 1917, Vol. XX, pag. 28.

(V) — S. J. CROOKER - Corona direct current for different surface and metals - *Science Abstracts* - 1917, Vol. XX, pag. 65.

(VI) — A. M. TYNDALL-N. S SEAR - Pressure effect in corona discharge - *Science Abstracts* - 1918, Vol. XXI, pag. 166.

(VII) — S. J. CROOKER - Direct current influence of serie Spark on corona - *Science Abstracts* - 1918, Vol. XXI, pag. 273.

(VIII) — J. B. WHITEHEAD - The Electric strength of air - *Proc. A. I. E. E.*, 1912, Vol. XXXI, pag. 839.

(IX) — W. W. LEWIS - Some corona loss test - *Gen. El. Rew.*, 1920, Vol. XXIII, pag. 419.

(X) — W. W. LEWIS - Some test on trasmission line - *J. A. I. E. E.*, 1921, vol. XL, n. 6.

(XI) — F. W. PEEK - Harmonics in corona loss - *J. A. I. E. E.*, 1921, vol. XL, n. 6.

SUNTI E SOMMARI

APPARECCHI DI MISURA.

G. W. STUBBINGS — **Metodi statici di calcolo delle relazioni di potenziale e dei difetti di isolamento nelle reti a corrente continua.** (The El. 19 novembre 1920, vol. LXXXV, n. 2218, pagina 586).

L'A., per studiare un metodo semplice e poco laborioso di calcoli per la ricerca di difetti di isolamento in una rete di distribuzione a corrente continua, ricorre all'analogia esistente fra alcuni problemi di statica e di elettricità.

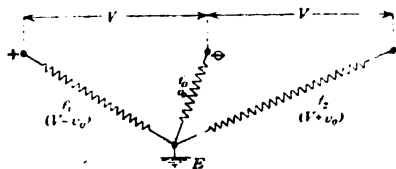



Fig. 1.

La fig. 1 rappresenta un sistema a corrente continua a 3 fili, con neutro isolato; detto f_1 f_0 f_2 il valore delle conduttanze di dispersione a terra di ciascun conduttore e (v_0) il potenziale del neutro si ha:

$$f_1 (V - v_0) - f_0 v_0 - f_2 (V + v_0) = 0$$

L'A. considera una sbarra supposta senza peso proprio (fig. 2), ma caricata dei pesi W_1 e W_2 applicati agli estremi e W_0 applicato

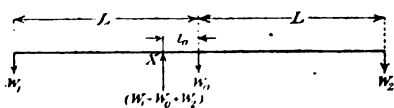



Fig. 2.

al centro. Se il punto di applicazione della risultante di queste 3 forze parallele è in X si ha:

$$W_1 (L - l_0) - W_0 L_0 - W_2 (L + l_0) = 0$$

ed X è il centro di gravità del sistema.

E' evidente l'analogia fra queste due equazioni nelle quali la conduttanza f corrisponde al peso W, mentre il potenziale rispetto alla terra corrisponde alla distanza del centro di gravità della sbarra caricata. Da questa analogia appare che il potenziale della terra in una rete a corrente continua a 3 fili con neutro isolato può considerarsi avere proprietà simili a quelle del centro di gravità di una sbarra caricata, e perciò la risultante delle 3 dispersioni $F = f_1 + f_0 + f_2$ può essere considerata analoga alla risultante delle tre forze W_1 W_0 W_2 applicata al centro di gravità.

L'A. applica tali conclusioni a calcolare, in una rete a 3 fili a corrente continua con neutro isolato, l'influenza di un difetto artificiale d'isolamento ottenuto connettendo una resistenza nota fra il neutro e la terra. Il diagramma statico corrispondente a questa ipotesi è dato dalla figura 3 in cui φ rappresenta la conduttanza del difetto artificiale.

Fig. 3.

Le condizioni sono simili a quelle di un sistema di due forze parallele, $F = f_1 + f_0 + f_2$ e φ i cui punti di applicazione sono distanti fra loro di v_0 potenziale del neutro isolato. Quando è provocato il difetto artificiale il potenziale della terra si disloca sino ad una nuova posizione situata ad una distanza v_1 del neutro. Prendendo i momenti di F e φ in rapporto a questa nuova posizione si ha:

$$\varphi v_1 = F (v_0 - v_1) \tag{1}$$

$$F = \frac{\varphi v_1}{v_0 - v_1}$$

da cui, essendo $\varphi v_1 = i$ corrente nella resistenza alla terra, si ha:

$$F = \frac{i}{v_0 - v_1}$$

Se R è la resistenza d'isolamento combinata della rete e R^1 il valore della resistenza della derivazione artificiale fra neutro e terra

$$R = \frac{v_0 - v_1}{i} = \frac{v_0}{i} - R^1$$

Risultato utilizzato nella ben conosciuta prova di Russel per determinare la resistenza d'isolamento di una rete in servizio. Se nella (1) è diminuita di metà la resistenza del difetto artificiale, il potenziale della terra si sposterà, relativamente al sistema, verso una posizione più prossima al neutro.

Questa nuova condizione è data dalla relazione:

$$2 \varphi v_2 = F (v_0 - v_2)$$

donde $\varphi (2 v_2 - v_1) = F (v_1 - v_2)$ e

$$\frac{1}{F} = R = R^1 \frac{v_1 - v_2}{2 v_2 - v_1}$$

risultato che serve di base ad un metodo di prova, che ha il vantaggio di fare a meno del valore di v_0.

Nell'equazione (1) aumentando φ indefinitamente, la quantità $\varphi_1 v_1$ tende a un limite finito, che è il valore della corrente nella connessione fra neutro e terra quando questa connessione ha resistenza trascurabile. In queste condizioni si ha:

$$i_2 = F v_0$$

Riferendoci sempre alla (1) si ha:

$$i_2 - i_1 = F v_1$$

$$R = \frac{v_1}{i_2 - i_1} = R^1 \frac{i_1}{i_2 - i_1}$$

Questo risultato è la base di un noto metodo di misura che richiede solamente l'uso di una resistenza conosciuta da inserire fra neutro e terra e da escludere poi completamente, nonchè di un amperometro inserito in tale connessione.

Consideriamo una rete con neutro artificialmente messo a terra e nella quale un difetto di isolamento φ_1 apparisca sul positivo. Il diagramma statico in queste condizioni è quello della figura 4.

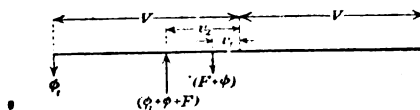



Fig. 4.

Prendendo i momenti in rapporto al nuovo centro di gravità distante di v_2 dal punto neutro si ha l'equazione:

$$\varphi_1 (V - v_2) = (F + \varphi) (v_2 - v_1) \tag{2}$$

da cui
$$v_2 = \frac{\varphi_1 v + v_1 (F + \varphi)}{F + \varphi_1 + \varphi}$$

Se v_1 è negativo, potrà v_2 essere negativo, nullo o positivo a seconda del valore di φ_1. Se si dà a φ_1 il valore necessario per rendere $v_2 = 0$ si ha

$$\varphi_1 V = - v_1 (F + \varphi) \quad \text{e, in valore assoluto,} \quad F = \varphi_1 \frac{V}{v_1} + \varphi$$

Il metodo che si basa su questo risultato, ha lo svantaggio di richiedere una resistenza regolabile $1/\varphi_1$ capace di sopportare una tensione superiore a V. Si può notare che mettendo $\varphi_1 (V - v_2) = i_2$ e $v_1 = 0$ nell'equazione (2) si ha lo stesso risultato in una forma alquanto diversa:

$$R = \frac{v_1}{i_2 - \frac{v_1}{R}}$$

L'analogia coi problemi della statica consente anche semplificazioni nei calcoli della potenza dissipata nelle dispersioni sempre però nei sistemi a corrente continua.

Nel solito sistema a tre fili con neutro isolato la potenza dissipata è:

$$f_1 (V - v_0)^2 + f_0 v_0^2 + f_2 (V + v_0)^2$$

espressione che corrisponde a quella del momento d'inerzia di un trave pesante. I valori f_1, f_0, f_2, rappresentano un minimo di d. d. p. poichè i voltaggi sono misurati dal potenziale della terra corrispondente al centro di gravità, quindi l'aggiunta di ogni difetto artificiale alla rete deve accrescere la potenza dissipata. Detto P_0 il minimo di questa, φ il difetto nel neutro, poichè le condizioni sono simili alla determinazione di un nuovo momento d'inerzia rispetto ad un asse distante $(v_0 - v_1)$ dal centro di gravità si ha per il valore totale P della potenza dissipata:

$$P = P_0 + F (v_0 - v_1)^2 - \varphi v_1^2$$

e poichè $F (v_0 - v_1) = \varphi v_1$ si ha:

$$P - P_0 = \varphi v_1^2 \left(1 + \frac{\varphi}{F}\right)$$

Di questa maggior potenza solo la parte φv_1^2 è consumata nel nuovo difetto di isolamento, il resto è consumato nelle dispersioni preesistenti.

A. Bz.

* *

COSTRUZIONE.

I. FECHHEIMMER — **Flusso di calore trasversale e longitudinale negli avvolgimenti.** (Journ. Am. Inst. Elect. Eng., marzo-aprile-maggio 1921).

Il calore prodotto negli avvolgimenti dall'effetto Joule e dalle correnti parassite si disperde in parte attraverso i rivestimenti isolanti passando dal rame al ferro dell'armatura, e in parte si trasmette per conduzione lungo il rame fino alle testate dell'avvolgimento che sono esposte all'aria.

Nel calcolare la temperatura massima a cui giungerà il rame di un dato avvolgimento durante il funzionamento della macchina, occorre tener conto dei due modi di disperdimento del calore generato.

L'autore nel suo studio si è proposto appunto di trovare delle formule che tengano conto contemporaneamente di quelle due dispersioni e permettano perciò di determinare la temperatura del rame con maggiore esattezza di quanto permettano le formule comuni, le quali generalmente tengono conto o della dispersione trasversale, o dell'effetto ventilante alle testate dell'avvolgimento.

L'autore imposta il suo calcolo nel seguente modo. Scrive due equazioni differenziali distinte, una per la parte di avvolgimento che si trova entro i canali dell'armatura e l'altra per le estremità libere dell'avvolgimento; le due equazioni devono naturalmente combinarsi nel punto comune ad entrambe, ossia nel punto in cui il rame esce dal dente dell'armatura e comincia la testata libera. La combinazione delle due equazioni in questo punto si ottiene scrivendo che il calore trasmesso per conduzione nel rame fino al punto in questione, è eguale al calore ricevuto dalla parte libera della testata dell'avvolgimento.

Generalmente essendo il punto più caldo dell'avvolgimento quello che si trova nel mezzo del canale dell'armatura, l'autore assume questo punto come origine delle ascisse; analogamente nella parte libera dell'avvolgimento, il minimo di temperatura è assai prossimo all'estremità di esso e l'autore assume questo punto come origine: ossia come zero della variabile indipendente che entra nella equazione differenziale di questa parte dell'avvolgimento.

Ciò posto, considerando che il calore totale generato da $i^2 r$ e dalle correnti parassite fra il punto zero di riferimento ed un punto qualsiasi, deve essere eguale al calore disperso trasversalmente nel tratto compreso fra i due punti, sommato al calore trasmesso per conduzione al di là del secondo punto, si può scrivere l'equazione fondamentale. Le equazioni si intendono scritte nelle condizioni di regime della macchina.

Per scrivere l'equazione della dispersione di calore in senso trasversale dal rame al ferro dell'armatura, occorre conoscere la temperatura del ferro delle pareti dei denti della armatura. In molti casi specialmente nelle armature di breve lunghezza si può considerare la temperatura delle pareti dei denti come costante su tutta la lunghezza del dente ed eguale alla media.

L'autore mette però in guardia sul fatto che in molti casi tale assunto può condurre ad errori rilevanti e ciò specialmente quando si tratti di armature di grande lunghezza. In alcuni casi occorre considerare la temperatura delle pareti del dente come variabile linearmente dal punto di mezzo verso le estremità; in altri casi la legge di variazione è parabolica.

Il procedimento di calcolo è però lo stesso per i tre casi che l'autore studia separatamente.

L'autore raccomanda che vengano studiati metodi più esatti di quelli attualmente impiegati per valutare le temperature del ferro. Nelle sue esperienze l'autore si è servito di coppie termoelettriche. Occorre anche tener conto della variazione della temperatura delle pareti dei denti in senso radiale ossia dal fondo del canale alla sommità del dente; in parecchi casi tale variazione non è indifferente.

In molti casi può essere sufficente di assumere come temperatura del ferro quella misurata con un termometro.

Ancora, occorre tener conto del raffreddamento prodotto dalla ventilazione radiale, quando esista.

Per usare le equazioni date dall'autore occorre anche calcolare prima quello che egli chiama il fattore delle correnti parassite ossia il rapporto fra le perdite totali e il valore $r i^2$. Per questo si richiama alle formule date da R. E. Gilman nel fascicolo del giugno 1920 del I. A. I. E. E. Per applicare le formule di Gilman occorre però introdurre un valore di prima approssimazione della temperatura del rame.

Il coefficente più incerto in tutte queste calcolazioni è quello della conduttività in senso trasversale del materiale isolante. E' incerto il coefficente di conduttività del materiale stesso; ma nell'avvolgimento eseguito, l'incertezza aumenta in causa degli strati sovrapposti di differenti materiali, della verniciatura impiegata, delle alterazioni che il riscaldamento vi produce facendo evaporare parti volatili, e di altre molte cause di errore.

Occorre perciò condurre in proposito numerose e ripetute prove in laboratorio su bobine avvolte esattamente come saranno quelle della macchina. Nelle formule dell'autore la conduttività trasversale del materiale isolante è assunta come una costante indipendente della temperatura. Quanto alla conduttività in senso longitudinale, quella del rame è così grande che è completamente giustificato il trascurare la quantità di calore che viene condotta longitudinalmente dalla guaina isolante. L'autore assume come conduttività del rame 3,5 watt per centimetro cubo e per ogni grado centigrado.

Un altro dato sempre molto imperfetto, è quello che riguarda il disperdimento di calore che avviene sulle testate libere dell'avvolgimento. L'autore fa osservare che i costruttori hanno bensì raccolti copiosi dati sperimentali sull'argomento, ma tali dati non sono direttamente utilizzabili perchè affetti da numerose cause di errore o di incertezza. Infatti in molti casi le misure furono eseguite dopo tolto il carico alla macchina e quindi dopo che parte del calore si era già disperso; in altri casi le misure non sono accompagnate dai necessari dati di distanziamento relativo delle bobine, nè della velocità relativa dell'aria o dell'angolo di incidenza di essa.

L'autore consiglia anche qui di ricorrere caso per caso a misure di laboratorio su bobine modello. Nelle formule a cui l'autore arriva nel suo studio, il disperdimento di calore per centimetro quadro e per grado di differenza di temperatura è assunto come una costante indipendente dalle condizioni di funzionamento.

Il punto di massima temperatura entro il canale può alcune volte non essere il punto di mezzo. Ciò avviene per esempio in molti turbogeneratori a ventilazione radiale, quando vi sia un foro di ventilazione in corrispondenza alla mezzaria. In tali casi occorre determinare il punto di massima temperatura ed assumere quello come origine nelle calcolazioni.

Lo sviluppo delle calcolazioni è alquanto laborioso e complesso.

Nel caso in cui la temperatura del ferro delle pareti dei canali dell'armatura possa essere assunta come costante, l'autore arriva alle seguenti formule.

La temperatura massima assunta dal rame è data da:

$$\theta_{max} = \theta_{n0} - \frac{(\theta_{n0} - \theta_L)}{\cos h \sqrt{A_n}\, L_n} \qquad (1)$$

In questa formula, θ_{n0} indica la temperatura che assumerebbe il rame entro il canale se tutto il calore si disperdesse trasversalmente, e precisamente

$$\theta_{n0} = \frac{K_n \theta_i + \varepsilon_n i^2 r}{K_n - \varepsilon_n i^2 r \alpha} \qquad (2)$$

dove K_n indica la costante di conduttività per la parte di avvolgimento contenuta entro il canale, ossia è il prodotto del coefficente k_n di conduttività dell'isolamento, per la superficie Q_n della bobina sulla unità di lunghezza, e diviso per lo spessore D_n della parte isolante; vale a dire $K_n = \frac{k_n Q_n}{D_n}$.

Inoltre: θ_i rappresenta la temperatura del ferro della parete dei canali; ε_n indica il rapporto fra le perdite totali ed il valore $i^2 r$ per la porzione di rame contenuta nel canale; e finalmente α è il coefficente di aumento di resistenza del rame per ogni grado centigrado di riscaldamento.

Il valore A_n contenuto nello (1) è dato dal rapporto:

$$A_n = \frac{K_n - \varepsilon_n r i^2 \alpha}{k_c N_q}.$$

dove k_c è il coefficente di conduttività termica del rame in watt per grado e per centimetro cubo; N_q è la sezione totale di rame contenuta in un canale.

Il termine L_n indica la distanza fra il punto di massima temperatura e la fine dell'armatura, ossia nella maggior parte dei casi è la metà lunghezza dell'armatura.

Finalmente θ_L indica la temperatura del rame nel punto corrispondente alla fine dell'armatura ossia all'uscita dal canale. Questo valore θ_L va calcolato a parte mediante la formula:

$$\theta_L = \frac{\theta_{n0} + \beta \theta_{b0}}{1 + \beta} \qquad (3)$$

nella quale θ_{b0} è un valore analogo a θ_{n0} prima citato ossia è la temperatura che assumerebbe il rame alle estremità dell'avvolgimento se tutto il calore prodotto si disperdesse trasversalmente ossia

$$\theta_{b0} = \frac{\gamma K_b \theta_0 + \varepsilon_b i^2 r}{\gamma K_b - \varepsilon_b i^2 r \alpha} \qquad (4)$$

in cui K_b è il valore corrispondente a K_n prima dato, ma per le estremità dell'avvolgimento, ossia $K_b = \frac{k_b Q_b}{D_b}$; ε_b è l'equivalente di ε_n ma per le estremità dell'avvolgimento; θ_0 indica la temperatura dell'aria di ventilazione delle testate delle bobine e γ è un coefficente dato da $\gamma = \frac{1}{1 + \frac{K_b}{K' Q'}}$ in cui K' è la costante di disperdimento del calore dalle testate dell'avvolgimento misurato in watt per unità di superficie e per grado centigrado, e Q' è la superficie esterna dell'unità di lunghezza di una bobina nelle testate libere. Finalmente per determinare la quantità β che entra nella (3) occorre calcolare il valore:

$$A_b = \frac{\gamma K_b - \varepsilon_b i^2 r \alpha}{k_c N_q}$$

e allora si ha:

$$\beta = \frac{\sqrt{A_b}\, \mathrm{tang}\, h \sqrt{A_b}\, L_b}{\sqrt{A_n}\, \mathrm{tang}\, h \sqrt{A_n}\, L_n}$$

in cui L_b è la metà lunghezza di una delle testate libere dell'avvolgimento.

In molte macchine si può ritenere $\sqrt{A_b} = \sqrt{A_a}$ e $L_b = L_a$ ossia $\beta : 1$ in tal caso introducendo il valore di θ_L nella (1) essa assume la forma più semplice:

$$\theta_{max} = \theta_{a0} - \frac{\theta_{a0} - \theta_{b0}}{2 \cos h \sqrt{A_a} L_a} \qquad (6)$$

Oltre le formule (1) e (6) che danno la temperatura massima raggiunta nel rame, l'autore ricava parecchie altre formule per ottenere la temperatura media nel rame, il calore che attraversa l'isolante fra il centro ed un punto qualsiasi dato ecc.

La formula (1) oppure la (6) servono nel caso in cui si possa ritenere costante la temperatura del ferro delle pareti dei canali.

Nel caso in cui tale temperatura si debba invece ritenere che varii con legge lineare dal punto di mezzo del canale verso le estremità, le formule vengono modificate come segue:

Si calcoli il nuovo valore θ_L colla formula:

$$\theta_L = \frac{1}{1+\beta} \left\{ \theta_{a0} + \beta\, \theta_{b0} - \frac{G}{A_a} \left(L_a - \frac{\cos h . \sqrt{A_a} L_a - 1}{\sqrt{A_a} \operatorname{sen} h \sqrt{A_a} L_a} \right) \right\} \qquad (7)$$

Le lettere hanno lo stesso significato precedentemente indicato, salvo la θ_{a0} nel calcolo della quale al posto di θ_i devesi introdurre nella (2) la temperatura θ_m massima del ferro dei denti.

La costante G che entra nella (7) è data dalla relazione $G = \frac{\theta_m K_a}{b\, k_e N_q}$ nella quale b è a sua volta una costante definita come segue:

$$b = \frac{L_a}{1 - \frac{\theta_i}{\theta_m}}$$

in cui θ_i è la temperatura del ferro dei canali alla estremità dell'armatura.

Calcolato il valore θ_L lo si introduce nella formula seguente che dà la temperatura massima del rame:

$$\theta_{max} = \theta_{a0} - \left\{ \theta_{a0} - \theta_L + \frac{G}{A_a} \left(\frac{\operatorname{sen} h \sqrt{A_a} L_a}{\sqrt{A_a}} - L_a \right) \right\} \frac{1}{\cos h . \sqrt{A_a} L_a} \qquad (8)$$

nella quale tutte le lettere sono note. Analogamente si deducono le formule nel caso in cui la variazione di temperatura del ferro delle pareti di canali avvenga con legge parabolica.

In tal caso si ha:

$$\theta_L = \frac{1}{1+\beta} \left\{ \theta_{a0} + \beta\, \theta_{b0} - \frac{H}{A_a} \left(L_a^2 + \frac{2}{A_a} - \frac{2 L_a}{\sqrt{A_a} \operatorname{tang} h \sqrt{A_a} L_a} \right) \right\} \qquad (9)$$

La costante H è analoga alla G della formula (7). Si ha infatti dando a θ_i il significato qui sopra indicato:

$$H = \frac{\theta_m K_a}{f\, k_e N_q} \quad \text{in cui} \quad f = \frac{L_a^2}{1 - \frac{\theta_i}{\theta_m}}$$

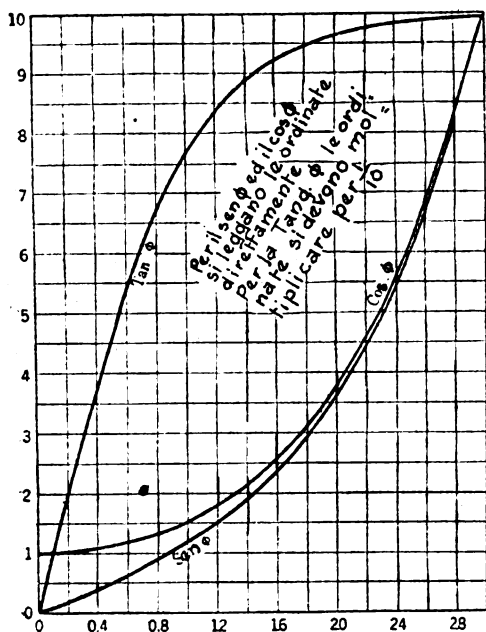



Fig. 1.

Calcolato θ_L per mezzo della (9) si introduce nella seguente dalla quale si ottiene la temperatura massima del rame.

$$\theta_{max} = \theta_{a0} - \frac{2 H}{A^2} - \frac{\theta_{a0} - \left(\theta_L + \frac{H}{A_a} L_a^2 + 2 \frac{H}{A_a^2} \right)}{\cos h \sqrt{A_a} L_a} \qquad (10)$$

Le formule che abbiamo riportato sono alquanto complesse, tuttavia il loro uso è giustificato dall'alto grado di approssimazione che esse permettono di raggiungere.

Allo scopo di facilitare il calcolo delle funzioni iperboliche, si riporta il grafico di fig. 1.

L'autore svolge ampiamente anche due esempi numerici di applicazione delle sue formole applicandole a macchine in esperimento appositamente studiate in laboratorio per l'esatta determinazione delle costanti. I risultati ottenuti coll'applicazione delle formule concordano assai bene colle misure ottenute mediante coppie termoelettriche, in ogni caso assai meglio che non i risultati ottenuti con tutte le altre formule.

Risulta pure che il trascurare la dispersione di calore in senso trasversale dal rame al ferro dell'armatura può condurre ad errori rilevanti anche nel caso di armature di non grande lunghezza. Altre formule sono date per la calcolazione della temperatura media dell'avvolgimento; ciò può avere importanza perchè la misura della temperatura media dedotta mediante la misura della resistenza è affetta da cause di errore derivanti dal fatto che parte del calore generato si disperde prima che la misura possa essere effettuata.

R. S. N.

:: :: :: CRONACA :: :: ::

CONCORSI.

Concorso Giorgio Montefiore. — In principio di Ottobre si è riunita a Liegi la Commissione esaminatrice del concorso Montefiore pel 1917 che fu prorogato in causa della guerra, a tutto il 1920.

Secondo la disposizione della Fondazione Montefiore, la Commissione che deve essere costituita da 10 ingegneri elettricisti (cinque belgi e cinque stranieri) era così composta:

Sigg.: Omer De Bast; Boucherot; Dawson; Drumaux; Feldmann; Gillon; Henrard; Landry; Pierard; Semenza.

Tredici Memorie erano state presentate al concorso ed il premio di 20 000 franchi fu diviso fra le seguenti:

1. — A. Blondel;
2. — R. Ledoux - Lebard e A. Dauvillier;
3. — J. B. Whitehead.

Un premio della stessa importanza sarà assegnato nel 1923.

Ci consta che una sola Memoria italiana ha partecipato al recente Concorso e ciò probabilmente per l'ignoranza di molti dell'esistenza del concorso stesso. Crediamo utile pertanto ricordare che al Concorso possono partecipare i lavori presentati durante i tre anni che precedono la riunione della Commissione giudicatrice. Devono essere scritti in francese o in inglese; stampati o dattilografati; devono essere presentati in dodici copie; possono essere firmati o anonimi, nel qual caso saranno contrassegnati con un motto, ripetuto all'esterno di una busta suggellata, contenente il nome e l'indirizzo del concorrente.

I lavori stessi dovranno essere inviati al Segretario archivista della Fondazione Giorgio Montefiore - Rue Saint Gilles 31, Liegi.

La Commissione esaminatrice può decidere la pubblicazione dei lavori presentati nel Bollettino dell'Associazione degli Ingegneri elettricisti di Montefiore. La pubblicazione non porta nè diritti nè oneri per gli Autori, ai quali spetteranno solo 25 estratti della stessa.

FISICA GENERALE

La teoria della relatività e il movimento secolare del perielio di Mercurio. — La spiegazione di questo movimento è considerata dai fautori dell'Einstein come uno dei più validi argomenti in favore della sua teoria. Contro questa opinione starebbe una critica minuziosa presentata da *J. Le Roux* all'Accademia delle Scienze di Parigi (seduta del 17 maggio 1921). Il Le Roux sostiene che la spiegazione del movimento del perielio di Mercurio è stata bensì trovata *in occasione* degli studi e delle discussioni sulla teoria della relatività, ma non ne è in alcun modo una conseguenza diretta e non costituisce quindi una *prova* della sua validità.

RADIOTELEGRAFIA E RADIOTELEFONIA.

La stazione R. T. di Leafield. — *The Radio Review* riferisce (ott. 1921 vol. 2 N. 10, pag. 509) che il primitivo progetto per la costruzione di Leafield, prima stazione della catena radiotelegrafica Imperiale Britannica, aperta definitivamente al servizio il 18 Agosto 1921, rimonta al 1913, quando fra il Post Office e la Compagnia Marconi fu stipulato un contratto (in seguito annullato) per l'impianto di una stazione a scintilla da 300 kW, e per quelli di altre stazioni della catena.

Gli alberi tubolari di acciaio in numero di 10, sono alti 90 m e furono montati dalla Compagnia Marconi prima dell'annullamento del contratto. Tutti i lavori per questa stazione, nei riguardi del suo sviluppo per le comunicazioni dell'Impero, furono sospesi durante la guerra e fino al 1918 gli alberi furono semplicemente utilizzati per sostenere aerei per esperimenti di ricezione. Nella primavera del 1919, in seguito all'intensificarsi del traffico sui cavi tra l'Inghilterra e l'Egitto, fu deciso completare le prime due stazioni dell'antico progetto, ed il Parlamento sanzionò nell'Agosto del 1919 il preventivo di spesa in

L. it. 4 250 000 (alla pari). Per numerose difficoltà sorte nel mondo industriale, mentre la stazione di Leafield è stata aperta da poco, la stazione del Cairo non sarà pronta fino a Novembre. Il Post Office dopo un'osservazione accurata sul comportamento dei vari servizi transatlantici, decise di adottare l'arco Poulsen quale conveniente generatore di onde continue ad alta frequenza per questi impianti.

I fabbricati principali della stazione di Leafield comprendono la centrale generatrice, la stazione r. t. propriamente detta e i padiglioni per l'alloggio del personale. La centrale produce corrente continua a 1000 V per gli archi e a 750 e 220 V per i meccanismi ausiliari. Ciascun gruppo da 250 kW e 1000 V è costituito da due macchine a 500 V comandate da una turbina a vapore e collegate in serie. Queste macchine sono entrambe isolate dalla piastra di base e sono collegate mediante accoppiatoio isolante.

Nella stazione R. T. l'energia ad alta frequenza è generata da due archi, ciascuno della potenza di 200 kW, forniti dalla Ditta *Elwell*.

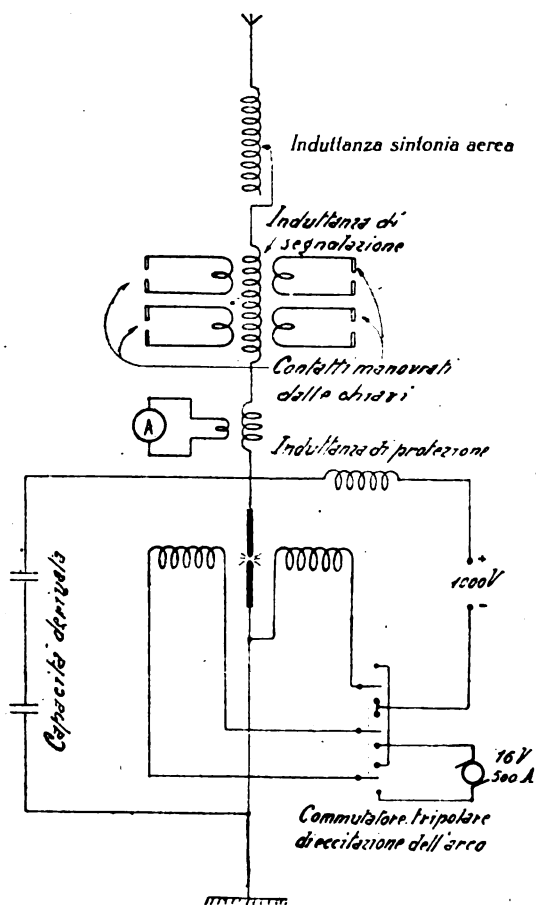



Fig 1.

Il giogo del circuito magnetico di ogni arco è affondato in un blocco di calcestruzzo. Per la trasmissione a lunghezza d'onda normale, gli avvolgimenti per la magnetizzazione sono eccitati dalla stessa corrente di alimentazione degli archi; quando invece si vogliono usare lunghezze d'onda speciali, un commutatore permette che uno dei rocchetti venga alimentato da un generatore separato, a 16 V (che può fornire corrente fino a 500 A.). L'atmosfera carburata è prodotta da alcool che gocciola nella cassa dell'arco da piccoli recipienti di vetro, simili ai lubrificatori delle macchine, montati sul coperchio. La trasmissione è fatta mediante un sistema di chiavi che chiudono altrettante spirali secondarie accoppiate con l'induttanza di aereo. La rottura della corrente alle chiavi è agevolata da un forte getto di aria. Lo schema generale è indicato dalla fig. 1. Gli isolatori di aereo sono costituiti da grossi bastoni di porcellana e l'isolatore di entrata d'aereo è sistemato al centro di una robusta lastra di cristallo.

La presa di terra è costituita da un numeroso fascio di fili affondati ad una profondità di circa 25 cm al di sotto del piano di campagna e il collegamento fra i catodi degli archi ed i fili di terra è fatto con larghe striscie di rame passanti sotto i muri esterni del fabbricato e congiunte ad una striscia di rame, che gira intorno al fabbricato stesso e dalla quale si irradiano poi i fili di terra.

Per impedire l'induzione delle correnti negli apparati posti negli scantinati, sia la sala archi sia quella delle induttanze, sono rivestite da una lamina di zinco, che copre completamente la superficie del pavimento ed è congiunta al sistema principale della presa di terra. Per la ricezione vi è temporaneamente un aereo separato, sostenuto da pali di circa 23 m. E' però in progetto la costruzione di una stazione ricevente a Banbury (distanza 30 km circa) per poter permettere le comunicazioni in duplex.

M. Z.

Associazione Elettrotecnica Italiana

Eretta in Ente morale il 3 Febbraio 1910

Echi della XXVI Riunione Annuale in Sicilia.

In attesa dei verbali, crediamo utile riportare il testo esatto dell'Ordine del Giorno votato a Palermo dopo la comunicazione del l'Ing. Civita.

ORDINE DEL GIORNO

L'Assemblea dell'A. E. I. udita la interessante comunicazione dell'Ing. Civita sulla situazione attuale dell'industria elettrica in Italia;

Considerando che gli impellenti bisogni del Paese, le nuove esigenze della elettrotrazione ferroviaria, l'elettrificazione delle campagne che solo potrà celeremente risolvere il problema della regimazione delle acque, la necessità di ridurre al minimo le importazioni di combustibili, pongono fra i lavori di carattere più urgente quelli intesi alla creazione di nuovi impianti elettrici, e non soltanto nel Mezzogiorno e nelle Isole;

Considerando altresì che nel momento attuale in cui la disoccupazione tanto preoccupa Governo e Paese, far lavorare le Imprese Elettriche significa assicurare anche lavoro alle più svariate industrie nazionali, e che quei fondi che il Governo largisce ai disoccupati troverebbero vantaggioso impiego se adoperati per creare nuove sorgenti di energia;

FA VOTI

che il Governo, tenuta presente la situazione dell'Industria elettrica italiana, agevoli le vere iniziative capaci di fecondi ed immediati risultati che si intonino nel programma tecnico moderno; e risalendo alle cause originarie dell'attuale crisi che paralizza le iniziative stesse, intervenga accordando loro adeguate sovvenzioni o congrue anticipazioni a mite interesse per consentire il maggior impulso alla effettuazione di nuovi impianti; e fa inoltre voti perchè al più presto sia pienamente estesa alle terre redente il R. D. N° 2161 del 9 ottobre 1919 sulle derivazioni di acque pubbliche e le leggi ed i decreti interessanti l'esecuzione di impianti e di linee elettriche.

Pubblicazioni dell'A. E. I.

VIII (XXV degli Atti) 5 Dicembre 1921 N. 33

L'ELETTROTECNICA

GIORNALE ED ATTI DELLA

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

REDAZIONE ED AMMINISTRAZIONE: VIA SAN PAOLO, 10 - MILANO - TELEFONO N. 20-86

REDATTORE CAPO: A. BARBAGELATA - REDATTORI U. BORDONI - M. SEMENZA - G. VALLAURI

È GRADITA LA COLLABORAZIONE DEI LETTORI - GLI ARTICOLI DI INTERESSE GENERALE ACCETTATI DALLA REDAZIONE SONO COMPENSATI

GLI SCRITTI DEI SINGOLI AUTORI NON IMPEGNANO LA REDAZIONE E QUELLI DELLA REDAZIONE NON IMPEGNANO L'A. E. I.

I MANOSCRITTI NON SI RESTITUISCONO

Un ritorno alla trazione per contatti superficiali?

Sembrano ormai remotissime nel tempo, ma rimontano di fatto a meno di 25 anni, le discussioni tecnico-estetiche pro e contro le linee di contatto aeree dei tram urbani. Di fronte alle decise opposizioni di molte amministrazioni contrarie ad ogni deturpazione delle vie cittadine (per quanto la nostra sensibilità al riguardo si sia tanto attutita, non si potrebbe certo affermare neppure oggi che siano belle le ragnatele stese su tutte le nostre vie e piazze!) gli inventori escogitarono allora i più bizzarri tipi di alimentazione per cunicolo sotterraneo, e le società esercenti affrontarono spese e difficoltà grandissime per attuarli. Tanto che quando comparve il sistema Diatto di alimentazione per contatti superficiali esso fu valutato da molti come il principio di un'era nuova per i tram elettrici. Invece dopo qualche felice esperimento dei contatti Diatto e dei consimili, più o meno complicati ed ingegnosi comparsi in ogni paese, tutto ricadde nell'oblio, certo più per il progressivo, rassegnato adattamento alle linee aeree, che non per insufficienza tecnica del sistema.

Oggi, dopo tanto silenzio, l'Ing. IMMIRZI — che già recentemente [1] riesumò e sottopose ai nostri lettori un interessante e dimenticato sistema di accumulazione dell'energia — considera la possibilità di applicare i contatti superficiali alla grande trazione ferroviaria. Senza dubbio il fatto che le linee si svolgono in sede propria costituisce una grandissima semplificazione e facilitazione rispetto alle linee urbane per le quali si doveva assolutamente togliere la tensione ai contatti appena passata la vettura; e non si può negare una sensibile forza persuasiva ai computi economici presentati dall'Immirzi. Riserve ed obbiezioni naturalmente non mancherebbero; ma il problema dell'elettrificazione ferroviaria ha così grande importanza economica, che tutte le idee, tutte le proposte, meritano di essere seriamente vagliate e discusse. Ci auguriamo che la proposta dell'Immirzi susciti qualche risposta.

La diga dell'Alto Belice.

La discussione, spesso vivace, che negli anni scorsi tanto appassionò gli idraulici ed i costruttori, pro e contro le dighe di scogliera — e della quale possono considerarsi quasi conclusione ufficiale le *Norme per le dighe* approvate dal Consiglio Superiore delle Acque e da noi riprodotte [2] — trova un'eco nella Comunicazione dell'Ing. Mangiagalli al Congresso di Palermo, della quale diamo oggi il testo. L'Ing. Mangiagalli, — un autentico competente in materia, che collaborò attivamente anche alla compilazione delle accennate norme — esamina infatti, nella prima parte del suo lavoro, il pro e il contro dei vari tipi di sbarramento per concludere molto assennatamente che in simile campo, assai più che in ogni altro, qualsiasi generalizzazione può riuscire pericolosa e che sola valida, debba essere la regola del « caso per caso ».

Circa la seconda parte, destinata ad illustrare lo sbarramento sul torrente Hone, di cui i Congressisti ebbero campo di visitare i lavori, si può solo rimpiangere che le proporzioni cui l'Autore ha creduto di mantenere la sua comunicazione, gli abbiano impedito di estendersi di più sui numerosi particolari di calcolo e di costruzione ai quali sovente egli accenna, e che sarebbero certamente riusciti del più grande interesse tecnico. Ma vogliamo sperare che, in altra occasione o in altra sede, l'Ing. Mangiagalli possa ritornare sull'argomento per diffondere — come essi si meritano — l'esatta conoscenza dei nostri begli impianti.

La modificazione della tassa di monopolio sulle lampadine.

Pubblichiamo in questo numero la parte di un recente decreto che modifica il modo di tassazione delle lampade elettriche, abolendo il famoso così detto monopolio.

Molte considerazioni tale pubblicazione potrebbe suggerire; la più importante è che il tempo è realmente galantuomo e che, alla lunga, anche i governi giungono a fare quello che i tecnici competenti vedono e suggeriscono fin da principio.....

LA REDAZIONE.

[1] Quest'anno, a pag. 353.
[2] Quest'anno, a pag. 549.

DIGHE IN MURATURA A SECCO E SBARRAMENTO SUL TORRENTE HONE

Ing. LUIGI MANGIAGALLI

Comunicazione alla XXVI Riunione Sociale
Palermo – Ottobre 1921

Il problema del « carbone » presentatosi in termini così gravi durante la guerra, sia nei riguardi della quantità che del costo, ha dimostrato ad evidenza la necessità per il nostro paese di spingere, quanto più possibile, l'utilizzazione razionale ed intensiva delle nostre energie idrauliche.

I vari provvedimenti legislativi presi in questi ultimi anni, intesi ad agevolare la costruzione di impianti e di serbatoi, stanno a dimostrare che anche dai nostri dirigenti, si è finalmente compreso che il problema idroelettrico è problema nazionale della più alta importanza.

Per quanto vi sia ancora molto da operare in questo campo, è certo che le utilizzazioni esistenti sono quelle presentatesi di più facile attuazione e di miglior rendimento, per cui lo sviluppo avvenire non potrà raggiungersi che con utilizzazioni più difficili a mettersi in valore, ma dalle quali dovrà egualmente ottenersi il massimo rendimento possibile. Di qui i nuovi concetti di utilizzazione secondo il piano regolatore di massimo sfruttamento di un intero corso d'acqua, e di cui si è avuto il primo esempio di attuazione in Italia per il bacino del T. Lys, cogli impianti costruiti nel periodo di guerra per la Società Breda, e a cui seguono, informate agli stessi concetti, le utilizzazioni del Cenischia, del Liro, del Toce, del Serchio e di altri ancora. Di qui i nuovi concetti di scambi di energia fra regione e regione, e di conseguenti collegamenti fra impianti a differente regime idraulico.

E' evidente che alla possibilità economica di simili installazioni e al loro migliore rendimento, ai piani regolatori dei bacini e agli scambi di energia, nella maggior parte dei casi non è possibile giungere senza la creazione di importanti serbatoi regolatori che suppliscano alle naturali insufficienze di deflusso di determinati periodi dell'anno, insufficienze che in questi ultimi tempi si sono realizzate sensibili specialmente in alcune regioni, creando la cosidetta « fame d'energia ».

I problemi di irrigazione e di bonifica, di sistemazione montana, di distribuzione d'acqua in genere, che da tempo attendono la loro soluzione e sembrano ora avviati a fervido sviluppo, richiedono essi pure l'accumulazione idraulica; di conseguenza, la necessità sempre crescente di creare grandi laghi artificiali di regolazione.

La possibilità di questi laghi artificiali, grandi o piccoli che sieno, a parità di altre circostanze, è strettamente connessa alla possibilità e convenienza delle dighe di sbarramento con cui essi vengono creati.

Il nostro paese, che fino a pochi anni fa si era tenuto alla retroguardia in tema di sbarramenti e di laghi artificiali (occorre osservare che in ogni modesta diga si vedeva facilmente il pericolo di una rottura e di un conseguente disastro) ha subito da qualche tempo un benefico risveglio, e si è decisamente avviato alla costruzione di queste opere.

Superato l'inevitabile periodo di transizione e il periodo del facile ardimento (naturale conseguenza del primitivo timore e scetticismo) si è arrivati anche da noi a considerare ufficialmente l'esistenza, la possibilità, la convenienza e importanza delle dighe.

Compiuto questo primo passo, iniziatesi nuove costruzioni nel periodo di guerra, sotto la pressante necessità dei nuovi fabbisogni, i serbatoi e gli sbarramenti divennero improvvisamente di concezione corrente e di possibilità e convenienza quasi infinita, per ogni valle, e senza limiti di altezza. Si giunse anzi a ritenere che, affermandosi su uno speciale

tipo di diga, particolarmente favorevole alle caratteristiche dei nostri monti e delle nostre valli, il problema dei serbatoi avrebbe trovato la sua soluzione.

Questo tipo di sbarramento era la diga in muratura a secco.

Naturalmente questa preconizzazione trovò tecnici decisamente contrari al tipo, e preoccupati delle conseguenze a cui avrebbe portato una facile divulgazione di esso; conseguenza delle discussioni, delle polemiche, degli allarmi destati nel mondo tecnico e fra i pubblici poteri, fu la decisione di creare norme tecniche legislative, intese a contenere le libertà dei progettisti e dei costruttori, e a garantire la serietà tecnica dei progetti e delle relative costruzioni. Ricordo per incidenza quanto scriveva l'illustre Krantz; che cioè *una perfetta stabilità dei muri di ritenuta d'acqua è la prima condizione da raggiungersi; essa domina tutte le altre, e conviene che non possa menomamente essere messa in dubbio.*

Nell'ottobre 1919 venne nominata per decreto ministeriale una commissione di tecnici che « more insolito » nel giugno 1920 presentò per l'approvazione il suo schema di regolamento che oggi è parte integrante della legge per derivazioni di acque pubbliche.

Se il nostro paese non può ancora vantare quello sviluppo in laghi artificiali che sarebbe desiderabile, è certo però che in questo campo si è seriamente affermato con sbarramenti importanti, tipici, e di conscia arditezza; cito, ad esempio, lo sbarramento del Tirso in avanzata costruzione, che nel suo tipo ad archi multipli, sarà il più alto sbarramento del mondo.

Le norme generali stabilite circa i progetti e l'esecuzione delle alte dighe per la formazione di serbatoi e laghi artificiali, se sono suscettibili di quei miglioramenti che la tecnica e l'esperienza potranno consigliare, rappresentano senza dubbio un sensibile progresso rispetto a quelle in vigore nelle altre nazioni.

★

La diga di sbarramento per un lago artificiale viene, il più delle volte, identificata nella traversa di muratura piena, cioè, nella cosidetta diga « a gravità ». Ed infatti la classica diga dei serbatoi d'Algeria, di Spagna, di Francia, che ha subito lenta, continua e profonda modifica nel suo profilo fino ai magnifici moderni sbarramenti triangolari, è di muratura piena resistente per gravità.

La tecnica moderna, come ha trasformato il primitivo profilo della diga di muratura, ha dovuto in parte evolvere, e in parte creare anche altri tipi di diga: e così, a fianco del classico tipo Delocre, hanno preso sviluppo più o meno grande, le dighe piene ad arco, le dighe in cemento armato, le dighe in terra costruite col metodo moderno americano dell'*idraulic system*, le dighe in muratura a secco che divido in tipi a scogliera, e tipi di pietrame a secco sistemato.

Le dighe di pietrame senza malta, derivano la loro origine e la loro applicazione esclusivamente dalla caratteristica costruttiva per la quale possono con vantaggio venire adottate in quelle località dove condizioni di terreno, o difficoltà e costo dei trasporti rendono non possibile o non conveniente di ricorrere ai tipi più comuni.

Le dighe in pietrame senza malta, si può dire abbiano avuto la maggiore applicazione in America, principalmente in California, dove troviamo bellissimi e numerosi esempi di queste strutture, alcune delle quali anche di notevole ardimento; fra le tante esistenti o in costruzione o progettate, cito le due più importanti, quella di Strawberry in California sul Stanislau River, per una ritenuta di m 40, e di un altezza totale comprese le fondazioni e il franco di m 52,50 e quella di Morena pure in California a 35 miglia da S. Diego sul Coltonwood Creek, di un'altezza totale misurata a monte e comprese le fondazioni e il franco di m 46. Il taglione di guardia di questa diga è stato spinto a 34 m di profondità nel punto centrale.

Anche in America però si denota da qualche tempo un rallentamento, se non addirittura una sosta, per queste costruzioni, ed è mia impressione che si tenda sempre più a limitarne l'applicazione a quei casi in cui realmente esse rappresntano o una necessità o un'assoluta convenienza

Nelle dighe in muratura a secco, dobbiamo considerare due distinte strutture; quella di massa resistente che equilibra la spinta dell'acqua, e quella che assicura la tenuta dello sbarramento.

Esse quindi realizzano di per sè stesse il concetto caldeggiato dal Levy per gli sbarramenti in muratura, di una distinzione cioè fra la massa portante e la struttura di tenuta.

Può sottoporsi ad un calcolo e di qual natura la determinazione del profilo da assegnarsi alla massa resistente di una diga in muratura a secco, oppure le sue dimensioni e proporzioni sono soltanto il risultato di considerazioni e adattamenti pratici?

Effettivamente le caratteristiche di una struttura di pietrame non cementato con malta, sono tali da escludere le ordinarie calcolazioni inerenti agli altri tipi di muri, mentre tutto il criterio di stabilità si riduce esclusivamente ad assicurare nel complesso una massa pesante, non suscettibile di scorrere, e mentre poi la larghezza di base e l'inclinazione dei paramenti trovano la loro dipendenza rispettivamente nel valore unitario di pressione che è conveniente assegnare per la base di fondazione, nella necessità di assicurare un certo naturale equilibrio di sistemazione del pietrame, e nel sistema di costruzione che si presceglie.

Risulta quindi che anche per le dighe a secco possono realizzarsi profili notevolmente differenti che abbiano egualmente il necessario grado di stabilità.

E infatti da uno sguardo ai numerosi sbarramenti di pietrame a secco fino ad oggi costruiti rileviamo profili diversissimi, nei quali le inclinazioni dei paramenti, anzichè ad un preciso concetto, sembrano obbedire a quella naturale titubanza che spesso si ha di fronte ad imprecise indicazioni analitiche, e che porta a largheggiare sensibilmente nell'assegnazione delle dimensioni.

Certo le dighe esistenti rispondono nei loro profili ai più differenti e forse incerti criteri (tanto più incerti dato il tipo di struttura), come sempre si verifica nei primi passi di nuove applicazioni, e come si verificò del resto in proporzioni ben maggiori per il tipo di diga in muratura piena, per il quale si ha un vero e proprio campionario di profili.

La distinzione che si ha naturalmente in una diga a secco fra parte resistente e parte di tenuta, e il fatto che la sezione trasversale che in pratica si assegna per ragioni sopratutto costruttive è sempre esuberante nei riguardi della stabilità, portano di conseguenza che in questo tipo di diga, mentre è solitamente di secondaria importanza la verifica di sufficienza del masso resistente, la sicurezza dell'opera è affidata alla bontà della struttura di tenuta che costituisce indubbiamente la parte più importante, più delicata e più costosa.

Considerando per ora la sola struttura portante o resistente, può esaminarsi quale profilo convenga attribuire alla sezione trasversale o in altri termini quale inclinazione convenga dare ai paramenti.

Indipendentemente dalla questione di calcolo delle forze in giuoco, il sistema di costruzione della struttura della diga conduce subito ad una netta differenziazione di profilo, e alla definizione di due tipi di dighe in pietrame senza malta: la diga di scogliera o tipo americano, e la diga di pietrame sistemato, tipo che dirò italiano perchè applicato quasi esclusivamente da noi, e perchè rispondente alle condizioni delle nostre possibili strette di sbarramento.

La diga di scogliera è struttura di grossi blocchi gettati, liberi di una certa propria sistemazione, con abbondanti vuoti nella massa e densità poco uniforme, per quanto venga eseguito anche del riempimento con pietrame più piccolo; per essa quindi si richiedono lievi inclinazioni di paramento per assicurare il migliore assettamento d'equilibrio del pietrame.

Nella diga americana di Strawberry, a cui ho più sopra accennato, molto opportunamente l'inclinazione del paramento a monte si addolcisce progressivamente dalla sommità alla base variando da 1/1 a 1,3/1 imitando quanto si richiede per le dighe in terra come hanno dimostrato i rilievi del Resal negli incidenti capitati alla diga francese di Charmes. La costruzione di una diga a scogliera richiede quindi grandi mezzi di cantiere prevalentemente meccanici coi quali sia possibile ottenere la massima rapidità di elevazione; e questo tipo è perfettamente giustificato se non l'unico conveniente, date le proporzioni che hanno gli sbarramenti americani, e le caratteristiche topografiche delle strette in cui vengono impostati. In questa diga di Strawberry si sono impiegati blocchi da 3 a 5 Tonn messi in opera con derrick; venne raggiunta una produzione di mc 765 in 10 ore e una media mensile di 23 000 mc.

La diga di pietrame sistemato è struttura a minimo numero di vuoti, di maggiore compattezza e stabilità, adattabile a località più ristrette e accidentate; quanto più accurata è la sistemazione costruttiva del pietrame, tanto più è possibile evidentemente ridurre le dimensioni e tanto più ci si avvicina nel comportamento resistente a quello di una struttura con malta.

E' conveniente per noi la diga di scogliera o la diga di pietrame sistemato?

A parte l'indiscutibile maggiore stabilità di quest'ultimo tipo, l'esperienza fornitami da un notevole numero di casi costruttivi che mi si sono presentati, e da me studiati per località di sbarramento variabilissime, mi ha portato alla convinzione che nel nostro paese la diga di scogliera troverà rare applicazioni, mentre se un vantaggio potrà aversi da queste dighe a secco, esso si realizzerà col tipo di pietrame sistemato a *dimensioni ridotte*.

Ritengo che, per le località che nelle nostre valli si prestano ad essere sbarrate, sia conveniente ricorrere ai profili più ridotti che sia possibile, se non si vogliono annullare i termini che in determinati casi rendono conveniente oppure soltanto possibile l'adozione del tipo di diga in pietrame senza malta.

L'applicazione dei profili di scogliera o dei profili altrove adottati, equivarrebbe a mio modo di vedere, a trascurare le condizioni di differenziazione topografica, geologica, economica, costruttiva; equivarrebbe a prescindere nell'applicazione di un determinato tipo di diga da quel complesso di ragioni e considerazioni che lo hanno derivato e reso applicabile e che in circostanze non eguali possono anche nettamente sconsigliarlo.

Nello studio dei progetti costruttivi di cui ho avuto occasione di occuparmi e nella costruzione di qualcuna di queste dighe (ad es. per la diga al Lago Vargno), ho potuto rendermi diretto conto dell'irrazionalità dei profili a grande sezione per le strette, irregolari, e spesso contorte località di sbarramento che si presentano a noi possibili specialmente in montagna, e dove il più delle volte l'ampiezza del profilo si traduce in uno spreco vero e proprio di materiale slegato dalla massa principale; e non raramente nella necessità di vari lavori suppletivi di sostentamento per rimediare all'ingombro del profilo.

Il criterio costruttivo di una diga in pietrame a secco dà quindi la possibilità di ridurre le dimensioni da assegnarsi alla sezione trasversale.

Ed infatti quando alla gettata alla rinfusa di blocchi grossi e piccoli che si sistemano secondo un naturale equilibrio si sostituisce una struttura di massi più regolari, incuneati da blocchi più piccoli tutti sistemati a mano, in modo da ridurre il numero dei vuoti al minimo possibile, quasi al volume occupato dalla malta in un'ordinaria struttura di pietrame; quando si ha cura di sistemare ai paramenti i blocchi più grossi e regolari degradando verso l'interno, e si provvede a stabilire nei due sensi longitudinale e trasversale, delle vere cordonate regolari di inquadratura del rimanente pietrame, ritengo che, raggiunta in tal modo la massima omogeneità e resistenza di struttura per particolari metodi di costruzione, sia possibile fissare in base ad un calcolo sia pure indicativo, il limite pratico a cui con la riduzione di spessore si può giungere.

In base a queste considerazioni, e alle calcolazioni di cui in appresso, sono giunto a quel profilo di diga simmetrico, di dimensioni notevolmente ristrette, secondo cui ho progettato e costruito la diga al Lago Vargno in Val d'Aosta (funzionante ormai da più di due anni nelle migliori condizioni) e progettato lo sbarramento sul T. Hone ora in costruzione.

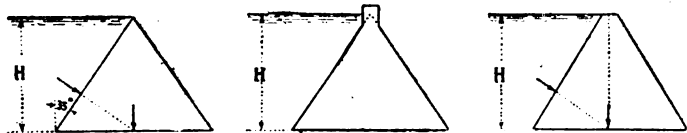
L'inclinazione dei paramenti risulta di facile determinazione quando si abbiano presenti le condizioni di funzionamento della struttura, e i requisiti perchè si realizzi il suo migliore comportamento.

Evidentemente la migliore condizione da raggiungersi in una struttura a secco è quella dell'uniforme distribuzione delle pressioni possibilmente sia a carico che a vuoto, e per qualsiasi altezza di diga, uniformità che riduce le probabilità di ineguale assettamento del materiale e di parziale cedimento in qualche punto della struttura.

Tale premessa conduce di conseguenza a profili simmetrici o ben prossimi, e tali che la risultante delle forze in giuoco sia a vuoto che a carico, si discosti il meno possibile, o passi addirittura per la linea mediana del profilo; si realizza in tal modo una stabilità derivante da sole proprietà geometriche e quindi indipendente dall'altezza della diga.

Se per semplicità di calcolo consideriamo un profilo simmetrico triangolare la condizione ultima di cui sopra si realizza quando è soddisfatta la relazione:

$$\frac{H^3}{6} = \frac{H^3}{3} \operatorname{tg}^2 \alpha$$

se H è l'altezza della ritenuta e della diga e α l'inclinazione sulla verticale dei paramenti; ossia che il momento della spinta orizzontale

rispetto al punto medio di base eguagli il momento rispetto allo stesso punto del peso d'acqua che grava sul paramento a monte.

Si deduce quindi

$$\operatorname{tg} \alpha = \sqrt{\frac{1}{2}} = 0{,}707$$

da cui

$$\alpha = \sim 35^{\circ}$$

Naturalmente il profilo teorico su indicato deve essere reso profilo pratico, ciò che può farsi o provvedendolo di coronamento rettangolare simmetrico, o adottando senz'altro una completa sezione trapezoidale ciò che conduce a valori di α pochissimo discosti, cioè compresi fra 32° e 34° circa nell'ipotesi di un rapporto $\frac{a}{H}$ fra spessore di sommità e altezza di diga variabile da $\frac{1}{5}$ a $\frac{1}{10}$ come si verifica per le ordinarie ritenute.

Per la stabilità allo scorrimento, che come ho già detto è la principale condizione di resistenza per le dighe in pietrame senza malta, indicando con f il coefficiente di scorrimento sul piano di fondazione e K la densità effettiva della struttura si ha

$$\frac{1}{f} \leq \operatorname{tg} \alpha \, (2K + 1)$$

che per il nostro profilo inclinato di 35° diventa:

$$\frac{1}{f} \leq 0{,}7 \, (2K + 1)$$

La condizione geometrica di stabilità in precedenza enunciata riceve dunque, come del resto era evidente, una limitazione per quanto riguarda lo scorrimento, limitazione dovuta all'esistenza di una spinta orizzontale funzione della sola altezza di diga, e la cui importnza relativa può venire ridotta coll'aumento dell'angolo α, ma non mai annullata.

Dalla relazione stessa risulta come si abbia una variabilità del profilo ridotto, in ragione della sistemazione che si dà al pietrame, e delle caratteristiche della fondazione su cui la diga è appoggiata.

Con un valore $f = 0{,}5$ il nostro profilo è stabile anche raggiungendo come limite inferiore una densità effettiva $K = 930$, equivalente ad es. per un pietrame di 2500 kg di peso specifico ad una somma di vuoti del 63% che in nessun caso potrebbe essere tollerata.

Considerando il valore massimo di 0,4 per i vuoti, indicato nelle norme regolamentari per i progetti e la costruzione delle dighe, il nostro profilo teorico mantiene la stabilità fino a un limite inferiore di coefficiente d'attrito di 0,35.

Poichè inevitabilmente o per spessore di coronamento, o per gradoni lungo la parete a valle si realizza in pratica una sezione sempre maggiore della teorica, così è ovvio che non può esservi dubbio alcuno sulla stabilità effettiva delle dighe in muratura a secco secondo il profilo ridotto che io consiglio.

Nella commissione di studio delle norme per le alte dighe a cui mi sono richiamato più sopra, e di cui ho avuto l'onore di far parte, ho sostenuto diffusamente i concetti su esposti in merito alla necessità di ridurre le dimensioni per le dighe in muratura a secco, se si voleva ancora in determinati casi renderne conveniente o possibile l'adozione, facendo presente come una maggiore inclinazione di paramenti si sarebbe risolta esclusivamente in un inutile spreco di massa e in un inutile spesa, senza che ne derivasse alcun vantaggio statico alla diga. Al contrario si sarebbe aumentata la superficie esposta all'acqua che si ha evidentemente interesse a rendere minima, mentre poi l'ampio profilo diventa di difficile applicazione da noi, particolarmente nelle zone montane dove l'estensione utile delle località da sbarrarsi è piuttosto ristretta e dove spesso si richiede, anche per un modesto invaso, una notevole altezza di diga.

E vengo alla parte fondamentale di una diga a secco, cioè alla struttura di protezione per la tenuta dello sbarramento. Dirò subito che questa è la parte più delicata, più difficile a eseguirsi e più costosa, e forse anche quella che, almeno per ora, contribuisce notevolmente a limitare l'applicazione di queste dighe e sopratutto la loro altezza.

Per quanto una diga a secco sia per sè stessa una struttura drenante, non mi sento di condividere l'opinione di quei tecnici che da questa particolare condizione traggono argomento di vantaggio per il tipo, e di loro tranquillità nei riguardi di possibili sottopressioni o di grosse filtrazioni determinate da fenditure o rotture del manto impermeabile.

Appunto perchè la struttura è tutta drenante, e perchè è uno spessore relativamente piccolo che deve garantire la tenuta, una grossa fenditura o un rottura di questa protezione farebbe affluire le perdite senza alcuna riduzione di carico, e con completa sconoscenza del lavorio che l'acqua potrebbe produrre sia in fondazione che nell'interno della massa.

Poichè poi non vi sono divergenze sulla necessità che la parete di tenuta approfondisca sul fondo e sui fianchi con un conveniente taglione fino alla profondità che garantisca da ogni possibile passaggio d'acqua, non vedo perchè la stessa preoccupazione non si debba avere per tutta la superficie di protezione.

E poichè in idraulica fra i più sani principi vi è quello di assicurare, ogni volta che sia possibile, la visibilità dei fenomeni che avvengono, io ritengo che le strutture di tenuta delle dighe a secco di

una certa importanza dovrebbero essere tali o da garantire *assolutamente* la tenuta, ciò che è difficile, o da permettere di rilevare dove una data filtrazione si è determinata, e di quale entità essa sia.

Si comprende facilmente come occorra una particolare cura costruttiva al contatto fra le due diverse strutture per incorporarle efficacemente, onde evitare che assettamenti della massa di pietrame si ripercuotano troppo sensibilmente sulla parete di tenuta; e come molteplici siano le cause (estensione della superficie a contatto con acqua, differenza di temperatura fra le due strutture, influenza dell'oscillazione d'invaso, colpi d'onda, azione del gelo e dei ghiacci) che favoriscono la fessurazione della parete di tenuta e che in determinati casi ne possono provocare la rottura in qualche punto.

Di conseguenza se per modeste altezze di ritenuta e per estensioni ridotte di paramento può ammettersi, e con sicurzza, il semplice rivestimento della struttura di pietrame con muratura o calcestruzzo di adeguato spessore e intonaco o speciale protezione esterna impermeabile, ritengo che per le alte dighe sia sempre consigliabile ricorrere ad un rivestimento che comprenda in sè stesso un completo sistema di drenaggi e di giunti di dilatazione.

La massima cura va poi osservata nell'assicurare la perfetta tenuta all'incontro del paramento a monte col terreno, e per questo occorre approfondire sensibilmente sul fondo e sui fianchi un taglione di calcestruzzo di sufficiente spessore, da spingersi a quella profondità che garantisca da ogni possibile passaggio d'acqua.

Nel complesso quindi disposizioni e costruzioni costose in sè stesse e per le speciali cure di lavorazione che richiedono, e la cui importanza aumenta in modo sensibilissimo col crescere del carico d'acqua sulla diga.

Ad un'altra condizione onerosa occorre accennare, e che è di capitale importanza per la stabilità di una diga a secco; deve cioè essere impedito in modo assoluto il tracimamento della diga perchè questo significherebbe in breve tempo la distruzione completa dell'opera.

Quanto è accaduto alle dighe americane di Morena e di Lower Otay (quest'ultima completamente asportata) dovrebbe essere sufficientemente istruttivo, e ammonire che fra i tanti presunti vantaggi delle dighe a secco non si può certo includere quello di poter essere liberamente tracimate.

Fra gli altri vantaggi tecnici delle dighe a secco, si è voluto includere quello della loro stabilità anche nei riguardi sismici, ciò che per noi avrebbe senza dubbio motivo di maggiore interesse.

Ma se può persuadere, pur essendo sempre discutibile, il mantenimento della stabilità nella struttura a secco, libera di assestarsi, non si vede come si possa conciliare questa stabilità con quella della struttura di tenuta che, per l'esigua sua dimensione trasversale in rapporto all'estensione di superficie, e per l'inevitabile non perfetta continuità di contatto con la struttura a secco su cui si appoggia, ha certo moltissime probabilità di rompersi variamente con effetti che a priori non si possono valutare.

Non si hanno ancora dati sufficienti per valutare in che limiti stia questo presunto maggior grado di sicurezza delle dighe a secco in rapporto agli altri tipi, quando si consideri che la prima e principale difesa nei riguardi dei movimenti sismici, sta nella bontà di costruzione di un'opera e nella scelta dei materiali impiegati.

Mentre non risulta che per i frequenti terremoti di California le dighe in muratura si sieno comportate peggio di quelle a secco, tengo a far presente, che nell'ultimo grave terremoto in Garfagnana che ha investito in pieno tutto l'impianto del Corfino e la grande diga ad arco del serbatoio di m 36 di altezza e di spessore esiguo da 1,5 a 7 metri distruggendo quante costruzioni esistevano a pochi passi, non ho avuto a rilevare la più piccola crinatura; ed egualmente mi risulta, che nessun inconveniente si è verificato alla diga ad archi multipli di Riolunato in val Scoltenna.

Sono le dighe a secco, sia del tipo a scogliera, sia del tipo a pietrame sistemato, convenienti, e costituiscono in realtà quel tipo di diga ideale particolarmente adatto nel nostro paese, nelle nostre isole e nelle nostre colonie, per dare quell'impulso così atteso nella costruzione dei serbatoi artificiali? L'esperienza di studio di progetto e di pratica costruzione che in questo campo ho potuto fare, e da tempo, mi permettono di non crederlo. Su questa questione molto si è scritto e discusso in pro e in contro, e certo nessun altro tipo di diga è stato oggetto fra noi di così grande interesse e considerazione. Mentre per un dato tempo si è voluto da alcuni tecnici vedere nelle dighe a secco e sopratutto a scogliera la soluzione del nostro problema dei serbatoi, si è in seguito, per quella naturale reazione che sussegue ad ogni intensa propaganda, voluto vedere da altri, in ogni diga a secco, una rottura di sbarramento e un conseguente pericolo nazionale.

Seguendo questa corrente, le poche dighe di questo tipo costruite o in costruzione in Italia, avrebbero dovuto essere demolite.

La questione è rientrata ora in giusti termini con le norme fissate dalla commissione per lo studio delle alte dighe, con le quali questi sbarramenti sono riconosciuti ufficialmente e ammessi ordinariamente fino ad una ritenuta di m 30 e con profilo ridotto, mentre non è escluso che, caso per caso, possano essere studiati e approvati sbarramenti di maggiore altezza.

Ma la limitazione d'applicazione di un tal tipo di diga è dovuta principalmente al suo costo elevato, alla convenienza d'applicazione solo per determinate condizioni di terreno, al costo e alle difficoltà d'esecuzione della struttura di tenuta, del taglione d'impermeabilità, ecc., poichè nella diga a secco tutti i vantaggi del tipo sono in realtà realizzati da una perfetta costruzione, senza la quale si dovrebbe giungere a dimensioni tali, da escludere per altri aspetti, ogni ulteriore convenienza.

Riferendoci al nostro profilo di diga già ridotto è facile rilevare che il volume della sezione trasversale è circa di 2,5 a 3 volte il volume richiesto da un'equivalente diga in muratura con malta, e che nelle condizioni più favorevoli può anche ammettersi compensi il rapporto dei costi. Resta sempre in più, il costo elevatissimo della struttura di protezione, degli scavi particolarmente di fondazione, delle sistemazioni generali, delle opere accessorie ecc., costi che aumenterebbero notevolmente con profili di diga a dolci scarpate.

La verità è che, in tema di sbarramenti, è sommamente avventato voler trovare il tipo migliore; la tecnica delle dighe è sufficientemente complessa, le condizioni delle località, le condizioni costruttive ed economiche sono così diverse da caso a caso, che ben può dirsi che per ogni serbatoio e per ogni stretta di sbarramento, esistono uno o più tipi che meglio convengono e che per determinate circostanze del momento possono sostituirsi l'uno all'altro.

E questa tendenza a generalizzare, si è oggi un po' spostata dalle dighe a secco ad un altro tipo, cioè alle dighe ad archi multipli che, se presentano vantaggi statici ed economici indubbi, trovano anch'esse i loro limiti di convenienza e d'applicazione anche in rapporto al classico tipo di diga in muratura piena a gravità.

L'esempio dell'America dove gli sbarramenti sono innumerevoli, dove se ne costruiscono continuamente, e dove ci è dato ammirare le dighe più grandiose ed ardite, dovrebbe esserci di sufficiente ammaestramento. Perchè infatti si costruiscono dighe di tutti i tipi, e, mentre le dighe a scogliera non accennano a diffondersi maggiormente, le dighe ad archi multipli non hanno dato alcun ostracismo alle dighe massiccie di cui il più bell'esempio si ha nella diga di Hetch Hetchy di circa 120 m di altezza, attualmente in costruzione per la provvista d'acqua di S. Francisco.

Molti benefici attende l'Italia dalla costruzione dei serbatoi, e senza dubbio molti serbatoi in più potranno divenire fattibili per l'esistenza del tipo di diga in muratura senza malta e per il completo affidamento di stabilità che esso può dare, ma siamo ben lungi dall'avere nel tipo di diga a secco il fattore risolutivo del problema dei serbatoi.

Ripeto che l'esperienza, che come progettista e costruttore mi è stato possibile di fare in tema di sbarramenti, mi consiglia, salvo particolari eccezioni, a ricorrere alle dighe in pietrame a secco solo in quei casi in cui gli altri tipi non siano possibili o siano sconsigliabili, e ciò non per dubbio alcuno sulla loro stabilità che è assoluta anche con profili molto ridotti, purchè coscienziosamente studiati e costruiti.

★

Se le dighe in pietrame a secco non sono numerose in Italia, certo esse sono interessanti per le loro caratteristiche, e hanno pienamente corrisposto ai risultati.

Trascurando quei piccoli sbarramenti che più che altro sono semplici argini, abbiamo in Italia le dighe di Codelago, del lago Vanino, del lago Vargno, di Belesa e Ad Nefas in Eritrea (per quanto queste due dighe sieno di tipo un po' deviato), e attualmente in costruzione l'importante diga di sbarramento sul T. Hone, per l'impianto di Palermo della Società Generale Elettrica della Sicilia, e di cui dirò brevemente.

Questo impianto, che per la maggior parte delle opere è in avanzata costruzione, è caratterizzato dalla creazione di un grande serbatoio di stagione ottenuto sbarrando il T. Hone o alto Belice, presso Piana dei Greci, con un'alta diga in muratura a secco, e dal convogliamento delle acque, così raccolte e modulate, dal versante meridionale (loro sbocco naturale) al versante Tirreno, presso Palermo, per una prima utilizzazione per forza motrice, ed una successiva per irrigazione della Conca d'Oro.

Il grande sbarramento viene costruito alla quota 580 circa, al termine dell'ampia conca argillosa di Piana dei Greci, dove il T. Hone si inabissa fra le gole calcaree della piccola catena montuosa, orientata da est a ovest e poco elevata, che separa la conca di Piana da quella sottostante di Bozzomo o della masseria di Monteaperto, ma che, per il carattere aspro e dirupato dei suoi fianchi, contrasta spiccatamente con l'andamento molle ed uniforme delle conche che le succedono ai piedi.

Tale piccola catena, in cui dalle acque fu incisa la gola calcarea, non è che l'anticlinale prodottasi fra le conche di Piana e di Bozzomo (sinclinali) coi ripiegamenti determinatisi nella serie stratigrafica originariamente orizzontale, in conseguenza dei fenomeni orogenetici.

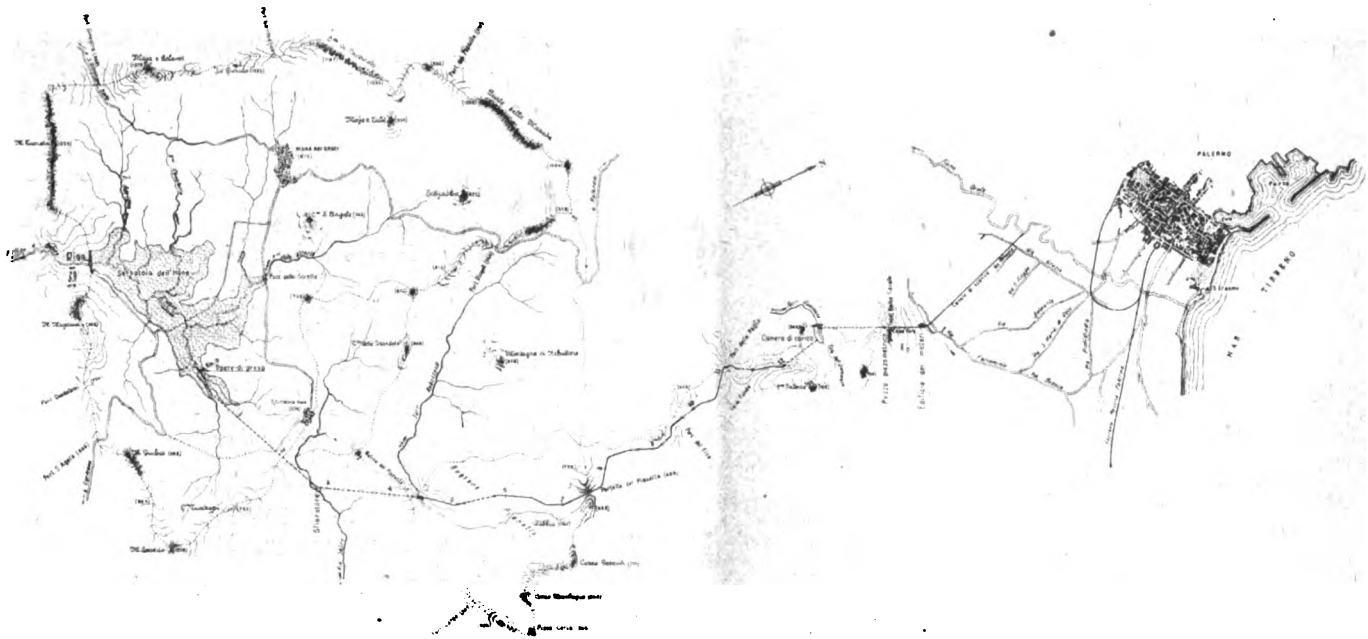



Fig. 1. — Impianto Hone - Corografia generale.

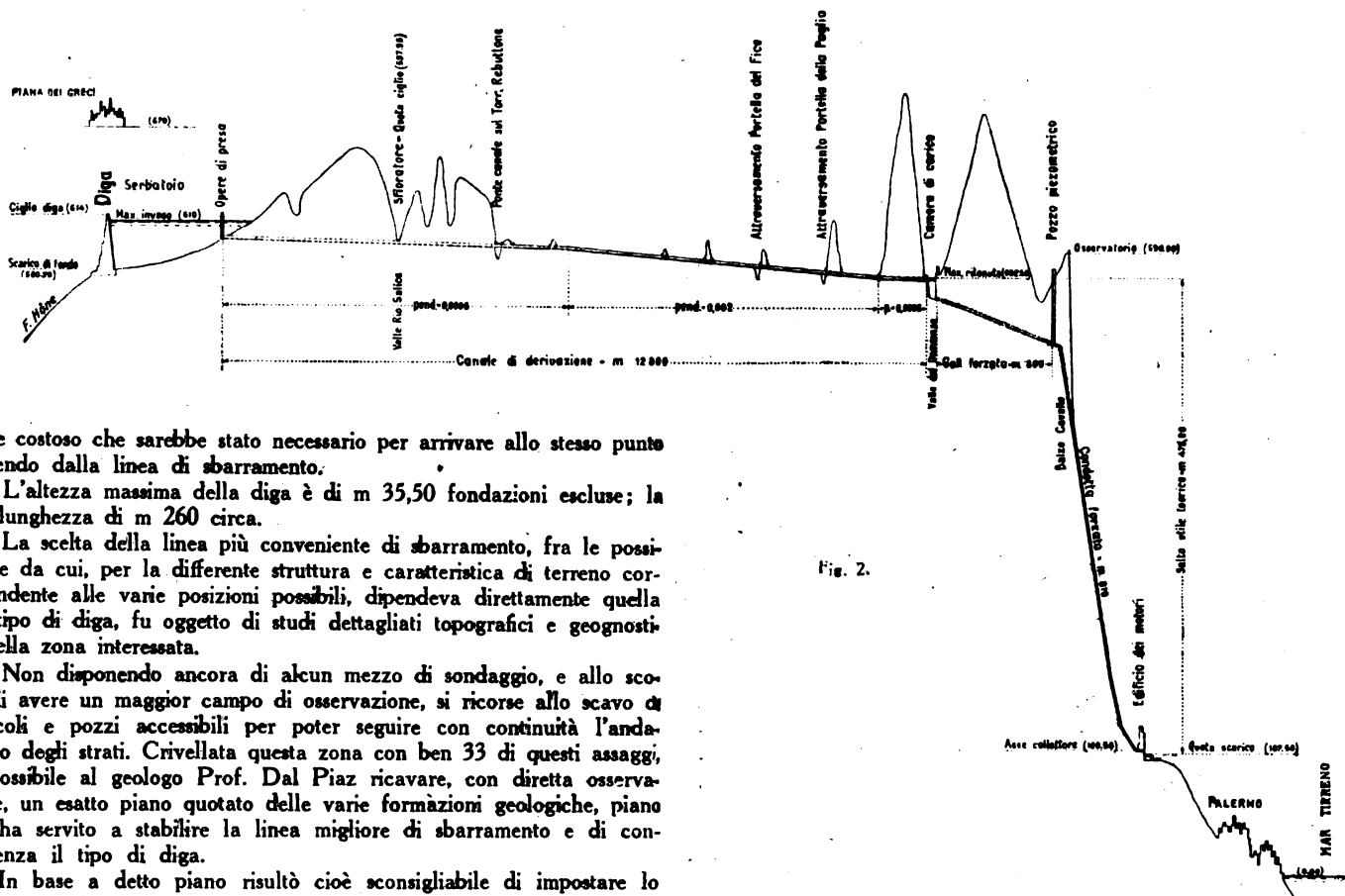
L'accumulazione utile di circa 20 milioni di mc viene realizzata con una ritenuta di m 31,50 per il fatto che, dovendo le acque derivate mutare versante, è risultato conveniente fissare le opere di presa quasi al termine a monte del serbatoio, ed evitare un canale lunghissimo e costoso che sarebbe stato necessario per arrivare allo stesso punto partendo dalla linea di sbarramento.

Profilo schematico

Fig. 2.

L'altezza massima della diga è di m 35,50 fondazioni escluse; la sua lunghezza di m 260 circa.

La scelta della linea più conveniente di sbarramento, fra le possibili, e da cui, per la differente struttura e caratteristica di terreno corrispondente alle varie posizioni possibili, dipendeva direttamente quella del tipo di diga, fu oggetto di studi dettagliati topografici e geognostici della zona interessata.

Non disponendo ancora di alcun mezzo di sondaggio, e allo scopo di avere un maggior campo di osservazione, si ricorse allo scavo di cunicoli e pozzi accessibili per poter seguire con continuità l'andamento degli strati. Crivellata questa zona con ben 33 di questi assaggi, fu possibile al geologo Prof. Dal Piaz ricavare, con diretta osservazione, un esatto piano quotato delle varie formazioni geologiche, piano che ha servito a stabilire la linea migliore di sbarramento e di conseguenza il tipo di diga.

In base a detto piano risultò cioè sconsigliabile di impostare lo sbarramento (in muratura) nella gola rocciosa, per non incorrere in perdite d'acqua attraverso la massa calcarea riscontrata permeabile, ed egualmente da escludersi, per ragione di volume, di costo e di tempo, la costruzione di una diga (in terra) arretrandosi a monte per impostarsi interamente sulle argille.

Emerse invece la convenienza assoluta di sbarrare il torrente all'inizio della stretta rocciosa calcarea, dove hanno termine le argille, in modo che tutto il serbatoio fosse contenuto da fondo e pareti argillose, con assoluta sicurezza di tenuta, e che pure nelle argille resistenti e compattissime venisse a fondarsi tutto il taglione di guardia del paramento a monte diga, sia al fondo, che lungo i fianchi.

Questa impostazione permetteva di usufruire ad un tempo, di una vantaggiosa condizione topografica, in quanto tutta la diga veniva ad appoggiarsi ai robusti fianchi calcarei della stretta formanti spalloni di contrasto; e di raggiungere così le migliori condizioni di stabilità con la migliore garanzia di tenuta.

Di conseguenza, dalla speciale struttura del terreno di fondazione e di imposta nella stretta risultata preferibile per sbarrarvi il torrente, ne è derivato come unico tipo di diga possibile, il tipo in muratura a secco.

Fig. 3. — Planimetria della diga.

La massa di pietrame, viene poi inquadrata fra cordonate regolari longitudinali e trasversali di pietrame più scelto e regolare, che hanno precedenza di elevazione, formano efficaci legamenti interni, e riducono sempre più gli effetti dell'assettamento.

Il paramento a valle è reso discontinuo da 3 banchine di 1 metro di larghezza.

La struttura di tenuta comprende un muro di rivestimento in malta di cemento, che con speciali contrafforti interni distanziati di m 12 circa si ammorza nel pietrame di massa; nella parte inferiore questi contrafforti si approfondiscono maggiormente.

Su questo muro di protezione appoggia, con ammorzature distanziate ancora di 12 metri circa, un rivestimento di cemento armato, forato a canne d'organo che formano tanti pozzetti di drenaggio. Questi sono divisi in rapporto al carico d'acqua in 3 gruppi, inferiore, medio e superiore, e ogni gruppo fa capo a due cunicoli longitudinali di accesso e ispezione, uno inferiore e uno superiore.

In corrispondenza a queste gallerie è rinforzata la massa murarıa, e propaggini orizzontali di muratura o calcestruzzo a strato si incastrano nella massa di pietrame per una certa profondità per maggiore legamento.

I cunicoli longitudinali fanno poi capo a cunicoli trasversali di accesso, normali all'asse diga, e che conducono sul paramento a valle e sul piano stradale.

Tutto il rivestimento di cemento armato è da ultimo protetto da intonaco retinato, eseguito col procedimento americano del *cement-gun* proiettando cioè la malta sotto una pressione di 5 a 6 atmosfere o più secondo i casi.

L'impermeabilità al piede e ai fianchi del paramento a monte è assicurata dal taglione di guardia in calcestruzzo che si approfondisce nel terreno di fondazione fino a garanzia di tenuta, e che, per il nostro caso, è stato spinto come massimo a 10 metri. Per incidenza debbo osservare, che si ha spesso l'erronea tendenza di costruire questi taglioni di eccessivo spessore con inutile dispendio economico. L'efficacia del taglione sta infatti esclusivamente nella profondità da esso raggiunta, cioè nella lunghezza di ostacolo che con esso si frappone ad un possibile cammino di acqua.

Completano la struttura di tenuta i giunti di dilatazione deposti a interassi di m 12 circa e studiati nei loro dettagli in base a particolari concetti che ne garantiscono il funzionamento e l'ispezione.

Fig. 4. — Prospetto da valle.

Fig. 5. — Prospetto da monte.

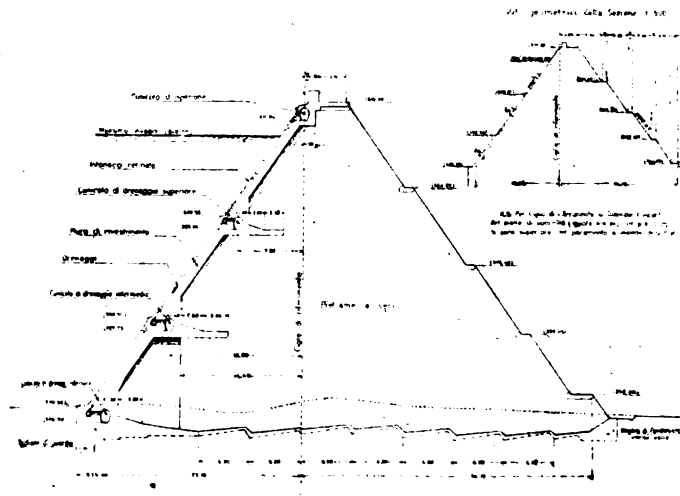



Fig. 6. — Sezione tipo della diga.

Nel nostro caso quindi, l'adozione di questo speciale tipo di diga, per richiamarmi a quanto ho in precedenza osservato sulla sua convenienza in genere, risponde ai concetti esposti, poichè si verificano precisamente tutte quelle condizioni per le quali esso risulta vantaggioso in rapporto agli altri.

Data l'importanza della struttura (sarà la più alta diga Italiana di questo tipo) ho ritenuto di dover studiare una sezione tipo che, rispondente al mio concetto di profilo ridotto simmetrico, con inclinazioni di paramento di 35°, realizzasse la separazione di comportamento fra massa resistente e struttura di tenuta, e realizzasse il concetto di struttura di tenuta completamente drenante e accessibile.

La massa resistente è formata da pietrame sistemato a mano che viene elevato con superfici d'appoggio concave e che viene distribuito con graduazione di dimensioni e di regolarità dall'esterno all'interno, in modo che i materiali più grossi e regolari si trovino ai paramenti e in prossimità di essi, e venga assicurata la massima regolarità di trasmissione del carico d'acqua.

Nella preparazione degli scavi di fondazione per appoggio della massa di pietrame si è avuto cura di assicurare il massimo incastro della base, ma sopratutto con speciali disposizioni tecnico-costruttive si è avuto cura di proteggere la fondazione dall'azione delle acque e degli agenti atmosferici, eseguendo, su tutta la base argillosa, un sottile rivestimento di calcestruzzo appena compiuto lo scavo di fondazione e raggiunta la quota di basamento.

Tale rivestimento assicura, poi, il rapido convogliamento all'esterno di qualsiasi eventuale filtrazione attraverso alla massa della diga, sia durante la costruzione, sia a struttura ultimata, e la permanente protezione della base di appoggio della diga stessa.

Nei riguardi dell'organizzazione dei cantieri e della condotta di lavoro, prima di tutto si allacciò il cantiere della diga alla stazione di scarico di una teleferica proveniente da Palermo, mediante decauville lunga 18 chilometri, scartamento 600, che seguendo tutto il tracciato del canale poteva rifornire anche questo.

Ogni treno tirato da locomotiva a vapore può portare alla diga in meno di due ore 500 quintali di materiale (pari al servizio di 12

camion pesanti), e con tali mezzi di trasporto si prepararono anzi tutto i vari baraccamenti, dormitori, cucine, uffici e mensa, magazzino attrezzi, magazzino cemento, falegnameria ed officina meccanica.

Si è dovuto poi provvedere all'energia elettrica, all'acqua in pressione e all'aria compressa.

Per la pietra del massiccio della diga, scartate le cave in prossimità del lavoro, causa la loro cattiva qualità, si stabilirono tre cave a varie altezze collegandole al cantiere della diga mediante linee decauville a scartamento 600, armate con binario da 12 kg. Apposite diramazioni partono ad ogni due metri di altezza delle murature per servirle direttamente di pietrame; altre conducono ai frantoi.

Onde rendere meno costosa e più rapida la cavatura della massa di pietra occorrente, si è ricorso a mine giganti consistenti in un cunicolo di entrata, una o più camere di esplosivi (polvere nera), murate dopo il caricamento con muratura di cemento a rapida presa, e collegate fra loro e all'esterno con triplice miccia a tempo, triplice miccia detonante e triplice miccia elettrica.

Di queste mine ne furono fatte una di 56 quintali di esplosivo, una di 50, una di 12 e una di 10. Complessivamente 128 quintali da cui si ricavarono 85 000 mc di pietra, ossia 1 mc per ogni 150 gr. di polvere. In seguito al buon risultato avuto si sta ora preparando un'ultima grossa mina da caricarsi con 100 quintali di polvere, per coprire così tutto il fabbisogno di pietra.

La pietra così ottenuta viene spaccata e tagliata per servire le murature, mentre i cascami vengono condotti a 3 gruppi di frantoi azionati da motori elettrici che danno la ghiaia e la sabbia per le malte e i calcestruzzi.

L'organizzazione di messa in opera del pietrame di diga è stata preveduta in modo da raggiungere una produzione giornaliera non inferiore ai 500 mc.

Per la costruzione provvisoria della diga, e sopratutto allo scopo di assicurare la massima libertà e continuità di lavoro negli scavi e nella gettata d'unghia, anche nei periodi di piena, si è progettata e costruita in sponda sinistra una galleria di deviazione, che a impianto ultimato, costituirà lo scarico di fondo e di riserva del serbatoio, e tale da poter rapidamente ridurre l'altezza di carico sulla diga per qualunque possibile evenienza.

La questione dello scarico delle piene è stata studiata in modo speciale per tener conto delle condizioni locali, del tipo di diga, e delle caratteristiche pluviometriche della regione, in modo che per nessun motivo la diga possa essere tracimata.

Senza entrare nei calcoli di dettaglio eseguiti, poche cifre sono sufficienti a persuadere sul grado di sicurezza che avranno le opere nei riguardi delle piene.

Lo scarico è assicurato da un'unica paratoia automatica di tipo speciale (settore in cemento armato galleggiante che si abbassa durante la manovra e che mantiene costante il livello d'acqua a monte) di m $19{,}5 \times 4$ che ha il ciglio alla massima ritenuta.

Il franco della diga è di m 4.

Con tale paratoia, ad abbassamento completo e senza sopralzo di livello nel serbatoio sulla quota di massima ritenuta, può venire scaricata una portata di mc 280 che, essendo il bacino imbrifero diretto di kmq 36,5 corrisponde a mc 7,7 per kmq. Si è quindi in condizioni notevolmente prudenziali in quanto, a prescindere dal valore già elevato di contributo unitario, si è ammesso che tale piena possa ancora verificarsi a serbatoio pieno, e con un serbatoio la cui capacità è già rilevante in rapporto al bacino imbrifero.

Evidentemente, qualora dovessero realizzarsi circostanze più sfavorevoli di quelle già pessimistiche prevedute, entrerebbe in giuoco una parte del franco per contenere quel maggior deflusso che si potesse verificare.

Fig. 7.

Fig. 8.

In tal caso, basta considerare che un invasamento suppletivo di soli m 1,50 in rapporto al franco totale di m 4, immagazzinerebbe circa 5 milioni di mc che possono corrispondere ad un maggior deflusso continuo di circa mc 120 per 12 ore, o ad una punta momentanea comunque maggiore.

Queste poche cifre bastano a dimostrare che nessuna preoccupazione può aversi data la larghezza con cui le opere potranno far fronte a qualsiasi evenienza; e del resto, una tale garanzia era necessaria, quando si consideri che una diga a secco non deve poter essere tracimata (tanto più nel caso nostro), e che in Sicilia le piene sono, il più delle volte, improvvise e disastrose, perchè conseguenza di violenti nubifragi.

Aggiungerò che nel nostro caso, questa notevole larghezza preventiva nei riguardi dello scarico delle piene, è ottenibile, senza alcuna maggior spesa, per le condizioni favorevoli di tracciato e di pendenza del canalone di scarico che segue direttamente alla grande paratoia.

★

Concludo queste note con l'augurio che presto il nostro paese possa, per quanto riguarda serbatoi e dighe, portarsi a quel primato di sviluppo e di tecnica che giustamente gli compete e che già ha raggiunto in tanti altri campi, ma mi sia permesso esprimere il modesto parere che, nei riguardi degli sbarramenti, sarà a tutto vantaggio anche del loro sviluppo, una maggiore e migliore organizzazione di studio preventivo, e un più preciso adattamento dei criteri tecnici alla realtà.

NOTIZIE DI UN SISTEMA PER LOCALIZZARE I GUASTI SU CAVI SOTTERRANEI

Ing. LUIGI SELMO

La ricerca di guasti sui cavi, spesso assai difficile quando una o più fasi sono a terra, riusciva impossibile fino a poco fa quando le fasi erano interrotte.

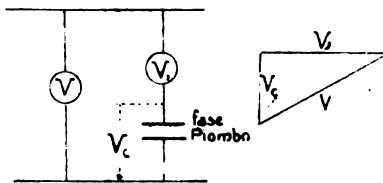
Non è raro il caso che le fasi siano nello stesso tempo interrotte e perfettamente isolate, almeno per le tensioni che si realizzano nelle solite bussole per queste ricerche.

In questo caso, che sulla rete della Società Napoletana per Imprese Elettriche si è presentato ben quattro volte in pochi mesi, dovrebbe potersi localizzare il guasto facendo dai due estremi due misure di capacità. Se non che l'adoperare il galvanometro balistico, che ordinariamente si usa per misure di capacità, è quasi impossibile in una cabina e tanto peggio in istrada, tante sono le precauzioni da prendere e i disturbi esterni a cui si è soggetti.

Può quindi interessare di conoscere uno schema provato recentemente con successo sulla rete della Società Napoletana per Imprese Elettriche, schema che ha il grande vantaggio di non richiedere come apparecchi che due voltometri per corrente alternata, di tipo industriale (per es. a filo caldo) ossia due apparecchi che non hanno bisogno di cure di installazione e che si leggono immediatamente.

Per eseguire la misura bisogna che alle due estremità del cavo guasto si abbia a disposizione corrente alternata a bassa tensione, ciò che si realizza facilmente sulla rete della Società Napoletana per Imprese Elettriche, rete fatta ad anello, in modo che nelle cabine adiacenti al cavo guasto vi è tensione secondaria e propriamente il centro della stella a terra e tre fasi a 150 volt.

Dei due voltometri uno si inserisce in serie con la capacità del cavo guasto, e con l'altro si misura la tensione totale disponibile.

Se V_1 è la lettura del primo voltometro, la tensione V_c applicata si ricava dal triangolo

e quindi è

$$V_c = \sqrt{V^2 - V_1^2}$$

La corrente che attraversa il voltometro (V_1), se r è la sua la sua resistenza interna, sarà:

$$I = \frac{V_1}{r}$$

e poichè la stessa corrente carica il condensatore, costituito dalla fase e dal piombo del cavo, è pure:

$$I = 2 \pi f C V_c$$

essendo f la frequenza e C la capacità del cavo fra il punto dove si fa la misura e il guasto.

Ripetendo la misura due volte alle due estremità del cavo guasto, e indicando con apici i valori letti nella seconda prova si avrà

$$\frac{V_1}{r} = 2 \pi f C_1 V_c , \quad \frac{V_1'}{r} = 2 \pi f C_2 V_c$$

e quindi

$$\frac{V_1}{V_1'} = \frac{V_c}{V_c'} = \frac{C_1}{C_2}$$

Se L è la lunghezza del cavo, l_1 e l_2 le due lunghezze dagli estremi al guasto da determinare, ponendo $k = \frac{C_1}{C_2}$ e supposta verificata l'ipotesi di una capacità proporzionale alla lunghezza, sarà

$$l_1 = \frac{k}{k+1} L \qquad l_2 = \frac{1}{k+1} L$$

Nei voltometri con scala quadratica non si possono leggere i piccoli valori, per esempio nei nostri voltometri per 150 volt, le letture sotto ai 30 volt sono impossibili. In questi casi abbiamo vinto la difficoltà elevando la tensione totale a mezzo di un auto-trasformatore e siamo arrivati sino a 600 volt, senza che il cavo cedesse fino a questa tensione. Entro tali limiti ci è stato sempre possibile fare delle letture nella zona buona della scala.

Si può anche, per avere un maggiore spostamento dell'indice del voltometro, aumentare la capacità mettendo in parallelo due o tutte tre le fasi, se sono tutte isolate, avendo naturalmente l'avvertenza di far ciò in tutte due le misure.

Quando il guasto capita in una coda, la misura può farsi ugualmente, a patto di mettere fuori servizio per qualche minuto la cabina B precedente immediatamente il punto guasto. Si fanno allora due misure, una dalla Cabina B al punto guasto, l'altra dalla cabina C che precede la B, al punto guasto.

Le cause di errore che affettano simili misure sono numerose, e facili obbiezioni al sistema sono: la frequenza che può essere variata da una misura all'altra, la non perfetta omogeneità del cavo e conseguentemente la capacità non uniforme, la non uniforme distribuzione del potenziale a causa di un effetto Ferranti ecc.

Anzichè fermarsi a discutere tutte queste circostanze, può essere istruttivo vedere quale è l'approssimazione che in realtà si raggiunge e a una simile indagine si presta bene una serie di misure eseguite su uno dei quattro cavi 3 × 150 mmq., tensione di esercizio 9000 volt, che collegano la Sottostazione di Poggioreale della Società Meridionale di Elettricità con la Centrale Bufola della Società Napoletana per Imprese Elettriche e propriamente sul cavo B bruciatosi il 3 Maggio 1921. Il cavo risultava interrotto e tutte tre le fasi erano isolate, sia verso terra, sia tra di loro.

La ricerca si è potuta fare con migliori risultati perchè il collegamento Poggioreale-Bufola è costituito da quattro cavi uguali che in parallelo sono posati nella stessa trincea. Approfittando di questa circostanza si sono eseguiti tre gruppi di misure, cioè:

1°. — Si è paragonato la capacità del cavo B fra la Bufola e il punto guasto e fra Poggioreale e il punto guasto.

2° — si è paragonato la capacità del cavo C (intero) col cavo B dalla Bufola al punto guasto.

3°. — si è paragonato la capacità del cavo C (intero) col cavo B da Poggioreale al punto guasto.

Per ognuno dei tre gruppi sopradetti si sono fatte queste misure:

a — una fase in tensione e le altre due isolate

b — due fasi in parallelo in tensione e una isolata.

c — tre fasi in parallelo in tensione.

d — una fase a terra e due in parallelo in tensione.

e — una fase a terra, una in tensione e una isolata ottenendo i risultati riuniti nella tabella seguente:

		a	b	c	d	e	Media	Distanza del guasto da Poggiole
1 Gruppo	Rapporto della lunghezza	3.970	4.150	4.090	4.180	4.100	4.100	373.80
2 Gruppo	»	0.822	0.792	0.779	0.793	=	0.796	387.—
3 Gruppo	»	0.207	0.190	0.191	0.189	=	0.194	370.50

La media delle tre misure dà m 377,10.

Poichè a m. 380 si trovava una muffola di giunzione, si decise di aprirla e si trovò che la muffola era bucata da un colpo di piccone.

L'errore era stato dunque di m. 3 su m. 380 ossia del 0,8%.

Questa approssimazione si deve ritenere assai soddisfacente se si pensa che la misura della lunghezza totale del cavo, che si inserisce nelle formule per la ricerca di guasti, si ha in generale con minore approssimazione sia che risulti dal computo delle bobine fatto al momento della posa, sia che si rilevi direttamente sul terreno a mezzo di rollina.

Si è citato l'esempio del cavo 3 × 150 mmq. perchè in quel caso si sono fatte molte misure, ma non è il solo esempio che possiamo citare. Con questo stesso sistema abbiamo avuto risultati soddisfacenti anche negli altri tre casi capitatici e precisamente:

1) Su un cavo trifase 3 × 60 mmq. lungo m. 615, la misura fatta da un sol lato aveva indicato il guasto a m. 592 mentre in realtà era a m. 577. Si è avuto cioè un errore di m. 15 su m. 577 ossia un errore del 2,6%.

2) Su un cavo trifase 3 × 70 mmq. lungo m. 1321, la misura fatta da un sol lato aveva indicato il guasto a m. 1054 mentre si è trovato a m. 1079. Si è avuto cioè un errore di m. 25 su 1079 ossia un errore del 2,3%.

3) Su un cavo trifase 3 × 60 mmq. lungo m. 603, la misura fatta da due lati indicava il guasto a m. 273 mentre invece il guasto era a m. 270,50. L'errore fu quindi di m. 2,50 su m. 270,50 ossia del 0,92%.

SISTEMA DI ALIMENTAZIONE DEI TRENI ELETTRICI CON CONTATTI DISCONTINUI FISSATI ALL'ARMAMENTO ◻ ◻ ◻ ◻

Ing. VITTORIO IMMIRZI

Nel fervore delle discussioni che seguitano numerose intorno al problema, d'interesse nazionale, della elettrificazione delle nostre ferrovie, malgrado l'opinione dei fautori accaniti della elettrificazione a qualunque costo, si è quasi universalmente accettato il principio che sia la trasformazione conveniente, solo là dove il consumo di carbone annuo è così elevato, che il valore dell'economia ottenibile superi l'importo degli interessi e ammortamenti del capitale d'impianto. Per far delle cifre, (che traiamo da un lucido articolo dell'ing. Francesco Schupfer — *L'Elettrotecnica N.* 7 — 25 marzo 1921), possiamo ritenere pari a L. 80 000 al km. la spesa d'impianto ai prezzi di ante guerra dell'attrezzatura elettrica di una linea a semplice binario (esclusi i locomotori). La spesa complessiva è valutata a lire 150 000 al km. per una linea a doppio binario, comprese le condutture di alimentazione. Questo capitale fa gravare sull'esercizio una quota annua d'interessi e ammortamenti a cui è da aggiungere quella per la costosa sorveglianza e manutenzione delle linee elettriche, talchè (pur col modesto tasso d'interessi di solo il 5%) bisogna valutare al 14% del capitale d'impianto ossia a L. 21 000 l'onere annuo gravante su una linea a doppio binario elettrificata.

E poichè, d'altra parte, il risparmio che può ottenersi col cambiamento del sistema di trazione dei treni equivale alla differenza fra l'importo dei 30 o 35 wattora occorrenti al traino d'una tonnellata km. virtuale e quello dei 66 grammi di carbone necessarii in media ad ottenere lo stesso scopo, supposto (prezzi ante guerra) di pagare la energia elettrica 4 centesimi al kwattora e L 35 alla tonnellata il carbone, sarà necessario (tenendo anche conto dell'economie accessorie) che la linea abbia un traffico tale da consumare più di 570 tonn. di carbone per km. all'anno, perchè la sua elettrificazione possa essere economicamente giustificata.

E' noto, d'altra parte, che ragioni d'indole ben diversa renderebbero desiderabile l'elettrificazione su una scala assai più vasta di quella che scaturirebbe dal crudo esame finanziario dell'economia relativa dei due sistemi d'esercizio. E, poichè si è visto che ciò che annulla o sorpassa le economie realizzabili nell'esercizio a trazione elettrica, è la quota d'interessi e ammortamenti del capitale di impianto, è evidente che la diminuzione di tale spesa iniziale, oltre a rendere più agevole la invocata elettrificazione, la renderà altresì conveniente anche su linee ove il traffico relativamente limitato non è sufficiente a giustificarla allo stato attuale delle cose.

Ci sembra perciò che gli sforzi di tutti coloro che si occupano appassionatamente del problema, non dovrebbe limitarsi alla ricerca di nuovi e più validi argomenti in favore dell'elettrificazione in generale o della preferenza da darsi a questo o quell'altro sistema, ma piuttosto convergere nello studio di tutto ciò che può rendere minore il capitale di primo impianto, il cui peso abbiamo visto inceppare in modo gravissimo tutto l'attraente programma inteso a diminuire la nostra dipendenza economica dall'estero.

E' solo nella speranza di far convergere in questa direzione la attenzione dei tecnici, che si espone qui un sistema di alimentazione elettrica dei treni che, riallacciandosi in parte a vecchi tentativi, diverge completamente dal sistema maggiormente diffuso di alimentazione con rete aerea a una o due fasi, e che si è stati indotti a prendere in considerazione nello studio dell'elettrificazione di una ferrovia di interesse locale, in cui la spesa d'impianto coi sistemi ordinari riusciva inaccessibile alla potenzialità finanziaria dei suoi concessionarii.

Il sistema può dirsi appena una novità, poichè esso venne già in passato nelle sue linee generali applicato su linee di tramvie urbane. Qui però si rendeva necessario complicarlo con dei sistemi automatici di alimentazione che non potevano necessariamente essere semplici e che furono causa del suo abbandono, per gli inconvenienti cui diedero luogo.

Riferiamoci in un primo momento ad un sistema bipolare, a corrente continua o monofase, con ritorno attraverso le rotaie.

Parallelamente al binario da alimentare, corre dunque un cavo sotto piombo ed armato, di sezione sufficiente a convogliare la massima corrente che può essere richiesta dai treni. Da questo cavo che chiameremo, tanto per intenderci, cavo di contatto, si dipartono ad un intervallo di lunghezza costante, a mezzo di ordinarie muffole a *T*, delle brevi diramazioni in cavo, che fanno capo ad altrettanti pezzi metallici montati sulla più vicina traversa dell'armamento, con l'intermediario di un opportuno isolatore. Questi pezzi metallici sono naturalmente disposti in posizione determinata rispetto al binario (p. es. sulla mezzaria) e la loro superficie superiore è sopraelevata di un'altezza costante sul piano del ferro, (per esempio 130 m/m).

Questa la linea di contatto.

L'organo di presa è costituito da un pattino elastico fissato al telaio dell'automotrice o del locomotore (per questo sistema sarebbero preferibili delle automotrici o dei locomotori a bagagliaio) lungo quanto tutta la vettura e situato in corrispondenza della fila di contatti sottostanti. Basterà che l'intervallo costante con cui questi si susseguono sia alquanto minore della lunghezza del pattino perchè, nella marcia del treno, un contatto non sia abbandonato dall'estremità posteriore del pattino, senza che quello successivo non sia stato già ricoverto dall'estremità anteriore di questo. Il pattino è naturalmente montato sull'automotrice mediante un opportuno sistema isolante e la corrente da esso raccolta viene trasmessa a mezzo di cavi isolati all'attrezzatura elettrica della vettura.

Questo è nelle sue linee principali il sistema che si propone, che come vedesi, differenzia completamente dagli ordinari sistemi a filo aereo, avvicinandosi piuttosto a quello a terza rotaia del quale è però singolarmente più vantaggioso.

Prima di entrare in merito ai vantaggi e alle caratteristiche tecniche del sistema, parliamo della obbiezione che, prima d'ogni altra, si presenta spontanea alla mente.

E' possibile con un sistema di tal genere l'impiego delle tensioni elevate che si rendono sempre più necessarie, mano mano che va allargandosi il campo della trazione elettrica ferroviaria?

L'obbiezione si fonda su due punti principali: la possibilità d'un isolamento sufficiente; la sicurezza delle persone. La prima lascia perplessi i soli tecnici; la seconda sorge invece sulle labbra anche di tutti i profani.

Quanto al primo punto, osserviamo che si sono già costruite ferrovie elettriche a terza rotaia alla tensione di 1200 volt [1] e che le difficoltà d'isolamento sono per la terza rotaia ben più serie che nel nostro caso. Alla terza rotaia infatti, si assegna in generale un sopporto ogni 4,50 metri e cioè 222 sopporti per km. Nel caso nostro, poichè con automotrici o locomotori sufficientemente lunghi terremo di m 20 l'intervallo fra due contatti successivi, abbiamo invece soli 50 isolatori al km e cioè non più di quanto le nostre Ferrovie di Stato pongono sulle loro linee aeree, in cui l'intervallo fra i pali di sostegno è appunto di 20 m in rettifilo e anche minore in curva. Oltre a ciò la terza rotaia comporta una superficie in tensione assai estesa, a poca distanza dal suolo, mentre qui tale superficie è estremamente limitata e i contatti fissi possono proteggersi con un cassonetto di legno o di cemento armato che li preservi dalla polvere e ne garantisca l'isolamento. Meglio ancora si può, là dove la tensione superasse i 750 od 800 volt, adottare una presa di corrente a contatto rovesciato, sistema che offre una sicurezza quasi completa essendo con esso impossibili i contatti accidentali col pubblico ed essendo nel tempo stesso l'isolatore al riparo della pioggia. Il maggior loro prezzo non ha grande influenza sul costo totale dell'impianto, perchè, come vedremo, il costo dei contatti fissi non raggiunge la decima parte del totale.

Ad ogni modo ci sembra che non sia insita al sistema una effettiva impossibilità di raggiungere una tensione elevata e che invece le difficoltà, che senza dubbio vi sono, non potranno non essere superate dalla intelligente pazienza degli elettrotecnici che hanno avuto ragione di difficoltà ben più gravi.

Come si è accennato, sistemi del genere vennero in passato applicati con esito più o meno buono su linee di tramvie urbane. Per esse era condizione indispensabile che i pezzi metallici di contatto venissero in tensione solo per l'istante durante il quale erano coperti dal treno, e ciò era ottenuto o dalla vettura stessa per l'azione di molle o di un elettromagnete, oppure mediante dei distributori fissi che alimentavano un gruppo di contatti e li ponevano successivamente in tensione al momento richiesto. Si parlò di applicare il sistema anche alle ferrovie, ma senza voler rinunziare al concetto di tener normalmente i contatti senza tensione e questo essenzialmente per ragioni di sicurezza. Nessuna pratica applicazione ne fu però fatta e fu bene, perchè l'applicazione si sarebbe indubbiamente risolta in un insuccesso, se fatta con lo stesso criterio seguito per le tramvie urbane. Ciò che per queste è una necessità, non può nè deve esserlo per una linea in sede propria, sulla quale sarebbe forse più pericoloso anche l'altro

[1] Ferrovia Stockton-Lodi (California).

concetto, da qualcuno avanzato, di dividere le linee in tronchi di breve lunghezza, messi in tensione automaticamente solo al momento del bisogno. Questo concetto deve essere riservato alle stazioni dove è razionale, mentre in linea il personale di manutenzione e le persone eventualmente circolanti sulla sede ferroviaria, non avrebbero modo di essere avvertiti, a meno di complicati sistemi di segnalazione, e gli inevitabili equivoci avrebbero certamente conseguenze più gravi dello stato di costante attenzione richiesta dal tenere i contatti normalmente sotto tensione.

Senza dubbio perchè una tale disposizione possa non impaurire il grosso pubblico, molti pregiudizi, ancora troppo diffusi, debbono prima essere rimossi. Il fatto si ricollega a tutto un ordine di idee, verso cui a poco a poco va orientandosi il pensiero moderno. Con la turbinosa vita moderna nessuno può esimersi dall'obbligo di salvaguardare la propria esistenza, schivando i pericoli che sono ormai avanti ogni passo. D'altronde, sulla sede delle ferrovie è per legge vietato il transito delle persone; se c'è gente che trasgredisce a questa disposizione, è logico preoccuparsi tanto di essa? Con opportune scritte o segnali si possono mettere sull'avviso anche i trasgressori, dai quali del resto è giusto pretendere una certa attenzione. Nelle stazioni i contatti in tensione possono opportunamente proteggersi; il problema è certamente assai più semplice ed economico col sistema proposto che non con una terza rotaia dato il notevole intervallo libero esistente fra un contatto e l'altro. Lo stesso dicasi per i passaggi a livello dove basta porre i contatti al di quà e al di là della zona di transito. Nè bisogna dimenticare che agli effetti delle conseguenze che possono derivare da un contatto con le parti in tensione, non v'è, fra i 750 od 800 volt comunemente usati per la terza rotaia e i 2000 o 3000 volt a cui bisognerebbe salire, una differenza così radicale quale comunemente si pensa.

Si comprende che vogliamo parlare esclusivamente delle ferrovie o tramvie che corrono per la totalità, o quasi, del loro percorso su sede propria.

Di fronte agli ordinari sistemi a filo aereo, a sospensione longitudinale o traversale, il nuovo sistema presenta una maggiore sicurezza di esercizio. E' noto infatti che la massima parte degli incidenti che si manifestano negli esercizi a trazione elettrica provengono dalla rete aerea che per la sua stessa natura è esposta a tutte le azioni delle intemperie.

Oltre le rotture accidentali del filo di contatto, sono tutt'altro che rari i crolli dei pali, prodotti da temporali, oltre alle fulminazioni a cui la rete aerea offre un facile bersaglio.

Il sistema proposto rappresenta invece un insieme quasi completamente isolato dall'ambiente esterno, al quale si affaccia solo in un certo numero di punti (50 o 60 per km) in cui inoltre la superficie scoperta è limitatissima. Il cavo di contatto, correndo sulla sede ferroviaria è praticamente al sicuro da qualunque ingiuria dall'esterno, e, se le muffole sono fatte bene e con cura, non v'è ragione possano costituire dei punti deboli del sistema.

Se le correnti da raccogliere sono intense, si può dare al cavo la sezione che si vuole, senza le limitazioni cui soggiace il filo di trolley aereo. Inoltre, in tal caso, la raccolta della corrente da parte del locomotore si fa fra due superficie piane, alle quali si può dare ampiezza sufficiente alla derivazione della corrente necessaria, alla massima velocità di corsa.

Nelle gallerie la complessa attrezzatura elettrica ordinaria è sovente esposta a una rapida corrosione che nel nostro caso non potrebbe effettuarsi che sopra le piccole cappe metalliche, ricambiabili con pochissima spesa. Inoltre i contatti fissi all'armamento, e a livello di questo, sono facilmente ispezionabili. Un'eventuale riparazione si fa senza necessità di carri-scala od altro e senza bisogno d'interrompere il servizio dei treni. I guasti più probabili, potendo riguardare la sola diramazione, non impegnano il cavo principale, così che, isolata provvisoriamente la testa del cavo di derivazione, la distribuzione della corrente alla linea può continuare senza inconvenienti.

La fitta palificazione necessaria al sostegno della linea aerea diminuisce — come è noto — grandemente il campo di visibilità del macchinista, ed è questo un inconveniente ben più grave di quanto possa sembrare. Esso scompare completamente col sistema proposto. Così pure i fastidi causati all'esercizio dall'eccessivo allentamento del filo aereo nelle giornate calde, che rende irregolare il contatto del trolley, e producendo forti variazioni nella tensione del filo, è causa di danni agli isolatori.

Nè ci sembra di poco rilievo il fatto che la trasformazione di una linea ferroviaria da effettuarsi — com'è il caso generale — senza interruzione del servizio a vapore, è ovviamente assai più agevole e rapidissima, e che nelle linee ad esercizio misto, elettrico e a vapore, la linea di distribuzione della corrente viene sostratta al deleterio contatto col fumo, dannoso sopratutto nelle linee con molte gallerie.

Di fronte a un ordinario sistema a terza rotaia — col quale il sistema proposto ha comune molti dei suesposti vantaggi — esso risulta più economico. Le difficoltà d'isolamento essendo assai minori, sarà più facile portare la tensione agli elevati valori oggi richiesti e più facile provvedere alle protezioni, essendo le parti in tensione esposte a contatti accidentali colle persone di ampiezza limitatissima e disseminate a notevole intervallo.

Negli impianti a corrente alternata l'impiego della terza rotaia è precluso dall'importanza che vi assumono, a causa della permeabilità del ferro, i fenomeni di localizzazione periferica della corrente; sopratutto alle frequenze industriali di 42 o 50 periodi. Nel nostro sistema, avvenendo la trasmissione della corrente attraverso un cavo cordato il fenomeno non ha alcuna importanza. Inoltre potendosi il cavo di contatto porsi prossimo quanto si vuole alle rotaie, la lamina magnetica che negli impianti a filo aereo ha una ampiezza sì grande, diventa qui praticamente nulla. Se si pensa che i disturbi che gli impianti di trazione a corrente alternata monofase arrecano per questo fatto alle linee telegrafiche e telefoniche, sono un vero *cauchemar* per gli ingegneri ferroviari come per i telegrafisti e che i dispositivi rivolti a diminuirli sono costosi e spesso.... inutili, si comprenderà quanta importanza abbia un sistema che attenua radicalmente un così grave inconveniente.

Come si vede già in una distribuzione bipolare i vantaggi del sistema proposto sono radicali e riguardano proprio i punti più deboli dei sistemi ordinari.

Ma è sopratutto nei sistemi multipolari — oggi tanto discussi! — che i vantaggi accennati assumono un'importanza singolare; vogliamo dire nei sistemi trifasi, o a corrente continua a tre conduttori. Si sa che gli appunti più gravi che giustamente si fanno al sistema trifase sono: la complicazione della doppia linea di contatto, i disturbi ai telegrafi e telefoni, la necessità di una bassa frequenza, ciò che obbliga — quando non si dispone di un impianto generatore proprio — a trasformare di frequenza la corrente che si ha a disposizione, a frequenza generalmente più elevata.

Col sistema a contatti discontinui, quale descritto, la raccolta di correnti polifasi si effettua senza difficoltà. Senza entrare in inutili particolari, non v'è chi non veda la facilità con la quale si potrebbe sostituire al contatto unico sopra descritto un contatto multiplo su cui strisciasse un pattino multiplo, o, meglio ancora, istallare simmetricamente all'asse del binario due file di contatti, munendo il locomotore di due pattini di presa posti nelle posizioni corrispondenti, in modo da realizzare una disposizione perfettamente simmetrica indipendente dalla direzione di marcia del treno.

Qui nessuna possibilità che le due fasi vengano in contatto, nè preoccupazioni per l'isolamento reciproco di esse, nè complicazione alcuna negli scambî, che non richiedono qui nessuna attrezzatura speciale. L'isolamento di ciascuna fase contro terra, se potrà richiedere accurato studio iniziale, non può certo dirsi a priori più difficile a realizzare di quello necessario alla doppia linea aerea.

La duplice fila di contatti può essere alimentata, anzichè da due cavi monofasi, da un cavo bifase, con notevole risparmio di spesa. Meglio ancora sarebbe posare un cavo trifase, collegando la terza fase in frequenti punti alle rotaie di corsa, in modo da rendere il ritorno della corrente del tutto indipendente da queste. Il campo magnetico esterno sarebbe così completamente annullato e, cessando la notevole resistenza apparente dovuta alla permeabilità del ferro, cadrebbe una delle più gravi ragioni che consigliano di assegnare agli impianti di trazione trifase una frequenza così diversa da quella comunemente a disposizione. Essendo, come si è visto, nullo il campo esterno, saranno nulle le perturbazioni alle linee telegrafiche e telefoniche, che potrebbero quindi restare sulla sede ferroviaria dalla quale coi sistemi ordinari devono invece fuggire.

Eliminati così i suoi principali inconvenienti, il sistema trifase potrà fare maggiormente apprezzare i numerosi vantaggi che gli sono caratteristici e, se si vorranno anche per esso adottare locomotori a ingranaggi, rinunziando all'impiego della bassa speciale frequenza, diventare anche nell'esercizio singolarmente economico.

Facciamo seguire a queste osservazioni un esame comparativo della spesa occorrente all'attrezzatura elettrica di una linea ferroviaria con gli ordinari sistemi e con quello proposto.

Per non rischiare di andare a tentoni fra le continue incertezze del mercato si è limitato il paragone a quello di casi specifici per i quali la spesa risultava in modo sicuro da parecchie offerte delle più importanti case costruttrici, mentre per i cavi ci si atteneva a un'offerta appositamente chiesta a una delle più importanti Case, e recentissima.

★

I) — Linea a corrente continua a 1500 volt, per ferrovia a semplice binario.

I dati sono:

Linea aerea con sospensione a catenaria, pali in legno distanziati di m 40 in rettifilo. Sezione del filo di contatto: mm² 100; sezione della fune portante di acciaio, mm² 50. Oltre al filo di contatto sono montati due alimentatori da 100 mm² ciascuno; totale 300 mm².

Sulla linea, locomotori da ca 250 HP, assorbenti al massimo, in marcia, 300 HP a 1500 volt.

Il prezzo della linea di contatto risulta di circa L 50 000 al km con un prezzo base di L 7 pel rame e L 2 al kg pel ferro. E' da aggiungere il costo dei due alimentatori che con gli isolatori, ganci di trasporto ecc. importano altre L 20 000, in totale L 70 000 al km di binario di corsa, esclusa la messa in opera dei pali, che può valutarsi a circa L 2500.

Col sistema proposto si ha:

Km 1 di cavo di contatto da 150 mm² sotto piombo isolato per una tensione di esercizio di 1500 volt (tipo RF della Casa Pirelli)	L 22 500
Km 1 di cavo alimentatore da 150 mm² id. come sopra	» 22 500
N 50 prese di corrente (una ogni 20 m) composte di una muffola di derivazione dal cavo di contatto, m 2 circa di cavo da 95 mm², di contatto isolato su basetta in ghisa fissata alla traversa a L 120 per ciascuna presa	» 6 000
Protezione per N 10 contatti (20%) a L 30	» 300
N. 4 muffole di collegamento sul cavo alimentatore a L 80 compresa la mano d'opera	» 320
Lavori di sistemazione dei piazzali delle stazioni in dipendenza del nuovo sistema, in ragione di una stazione ogni 5 km	» 2 000
Posa dei cavi nella stradina accanto al binario cioè su terreno di facile scavo alla profondità di cm 45 e senza ricovrimento di mattoni, a L. 3 al m. l.	» 3 000
Montaggio muffole di derivazione e contatti a L 15	» 750
Totale	L 57 370

con un risparmio sulla spesa per la linea aerea di

L 72 500 — 57 370 = 15 130

cioè circa L 15 000, pari a ~ il 20% di economia.

A questo risparmio sull'attrezzatura elettrica dei binari di corsa, è da aggiungere quello che si realizza nelle stazioni per la mancanza degli scambi aerei, sempre complessi e costosi, e per il fatto che per alimentare i due binari di una stazione di semplice incrocio, le derivazioni ai contatti da montarsi sui due binari possono partire entrambe dall'unico cavo di linea sostituendo alla muffola a *T* una muffola a croce e posando il cavo nell'interbinario.

II) — Sistema a corrente continua a terza rotaia a 750 volt.

Si suppone una terza rotaia del peso di kg 26,5 per metro, diritta, interrotta ai passaggi a livello (ove la continuità della linea è assicurata da un cavo di 240 m/m q di sezione) munita di protezione nei binari di stazione, manovra, ecc. Il suo costo risulta di L 70 000 al km, supposto un prezzo di acquisto del ferro di L 1,20 il kg.

Le sezioni di rame elettricamente equivalenti a quelle di una rotaia da kg 26,5 è di mm² 268. La spesa per un km di linea col sistema proposto risulta perciò:

Km 1 di cavo sotto piombo e armato della sezione di 120 mm² isolato per una tensione di esercizio di 750 volt	L 17 000
Km 1 di cavo idem come sopra della sezione di 150 mm²	» 20 000
N 50 prese di corrente come nel caso precedente, ma per 750 volt, a L 117	» 5 850
Muffole di collegamento sul cavo alimentatore e protezioni	» 700
Sistemazione piazzali stazioni	» 2 000
Posa dei cavi	» 3 000
Montaggio derivazioni	» 750
Totale	L 49 300

con un risparmio di ~ L. 21 000 ossia del 30%, oltre al risparmio per la semplificazione degli scambi.

III) — Linea trifase a 3000 volt.

Gli elementi della linea sono quelli previsti dalle Ferrovie di Stato Italiane; ma, mancandoci per essi dati diretti, ci riferiamo a un preventivo della spesa relativa fatto dall'ing. Semenza sull'*Elettrotecnica* del 5 - 15 ottobre 1920.

I dati sono:

Linea aerea di contatto a sospensione traversale, distanza dei sostegni m 25; pali in ferro tubolari; sezioni dei conduttori (due per fase) 200 mm² per ciascuna fase aerea; terza fase le rotaie; apparecchiatura ad archetto.

Il costo è calcolato sulla base di L 7,50 al kg pel rame, L 3,25 pei pali tubolari, L 2 a 5 per le altre parti in ferro. Esso risulta per una linea a doppio binario pari a L 110 000 al km di binario semplice.

Volendo tener conto della spesa per lo spostamento dei fili telegrafici e telefonici, correnti sulla rete ferroviaria, dovrebbesi secondo l'articolo citato, aggiungere alla somma suddetta altre L 50 000 per km di sede.

Per metterci nelle stesse condizioni, supporremo conservare come terza fase le rotaie di corsa, posando quindi un cavo bifase 2 × 200 mm² isolato per 3000 volt di tensione alternata concatenata, dal quale ogni 20 metri, a mezzo di una muffola opportunamente foggiata si dipartiranno due spezzoni di cavo monofase facenti capo ai due contatti montati sulla traversa simmetricamente al binario. Poichè le diramazioni devono portare corrente solo pel brevissimo tempo che impiega il locomotore a percorrere i 20 metri d'intervallo da un contatto all'altro, e poichè la massima corrente assorbita dai nuovi potenti locomotori polifasi a grande velocità delle nostre ferrovie di Stato è di amp. 500, sarà sufficiente per le diramazioni cavo da 120 mm².

Il preventivo di massima della spesa per un km di semplice binario col sistema che proponiamo, può allora impiantarsi così:

Km 1 di cavo 2 × 200 tipo RF a conduttori settorali, isolato per 3000 volt d'esercizio	L 55 000
N 50 muffole a *T* a due uscite a L 150 ciascuna compresa la miscela isolante	» 7 500
N 2 × 50 derivazioni in cavo unipolare da 120 mm² di lunghezza media m 2 a L 20 circa il metro	» 4 000
N 2 × 50 contatti da fissarsi alle traverse completi di base, isolatore e viti di fissaggio a L 50 ciascuno	» 5 000
Protezioni dei contatti in ragione del 20% e cioè per n 2 × 10 contatti a L 30	» 600
Posa del cavo in ragione di L 3 al m 1	» 3 000
Montaggio della muffola e derivazioni in ragione di L 40	» 2 000
Sistemazioni piazzali stazioni in ragione di una stazione ogni 5 km e di L 10 000 per stazione	» 2 000
Totale	L 79 100

l'economia è quindi di:

L. 110 000 — 79 100 = 30 900

ossia del 28,1 % a cui è da aggiungere il risparmio della forte spesa per gli scambi aerei trifasi.

Probabilmente in queste condizioni il campo elettromagnetico esterno è già tanto ridotto da non rendere più necessario l'allontanamento delle linee telegrafiche e telefoniche. Se così non fosse, converrebbe introdurre, come sopra si è detto, il concetto del cavo trifase con la terza fase collegata al binario e allora, per fare un parallelo esatto, converrebbe considerare anche gli impianti fissi la cui importanza verrebbe ad essere radicalmente mutata. D'altra parte resta a considerare anche la convenienza di porre in cavo le linee primarie di fornitura dell'energia alle sottostazioni statiche scaglionate lungo la linea, per il che però occorrerebbe tenersi ad una tensione compatibile con una trasmissione in cavo. Nell'articolo succitato, l'ing. Semenza prevede per le linee primarie una palificazione separata con pali a traliccio alti m 17,55 campata di m 175 e isolatori a pernotto e ne valuta il prezzo, con una doppia terna di fili da 6 m/m di diametro a L 60 000 al km. Crediamo non vi sia fra questa cifra e il costo di una semplice terna in cavo una gran differenza. Tuttavia ci pare che il problema presenti un reale interesse e meriti un attento esame da parte di coloro che, preposti all'elettrificazione delle nostre Ferrovie, hanno a disposizione elementi precisi di costo e possono esaminare la convenienza relativa dei due sistemi con dati riferentisi a un caso reale.

LETTERE ALLA REDAZIONE

A proposito della telefonia ad alta frequenza.

Riceviamo e pubblichiamo:

*Spett. Redazione dell'*Elettrotecnica
Via S. Paolo 10

MILANO

*Vedendo fatto il mio nome nell'articolo « La Telefonia ad alta frequenza sulle condutture industriali coi sistemi Arturo Perego » pubblicato dal Sig. Ing. G. Giorgi nell'*Elettrotecnica *del 15 Novembre 1921, nel quale articolo è detto che l'applicazione della telefonia ad alta frequenza alla conduttura industriale fu attuata col « mio » concorso, credo dover dire che io non ho preso in nessun modo parte diretta alle prove o alla loro preparazione, ma che mi limitai ad eseguire il compito affidatomi dalla Società Edison, della quale sono alle dipendenze, compito che consistè nel dare le disposizioni alle officine perchè le prove potessero essere eseguite e nel controllarne i risultati per conto e nell'interesse esclusivo della Società Edison.*

Distinti saluti.

Ing. GUIDO GUASTALLA.

Sulla verifica periodica degli isolatori.

Riceviamo e pubblichiamo:

Preg. Sig. Redattore Capo

*Ritengo interessante far conoscere i risultati ottenuti con le ulteriori verifiche periodiche sugli isolatori eseguite con lo speciale spinterometro sulla linea a 70 kV da Castelnuovo a Chiusi durante l'esercizio normale, come ho descritto nel N. 12 dell'*Elettrotecnica *del 25 Aprile 1921.*

Dopo la prima verifica, che durò dal 1° Novembre 1920 al 26 Febbraio 1921, non si ebbe alcuna interruzione; fu ripetuta la verifica dal 6 Luglio al 30 Settembre e si ebbero i seguenti risultati:

	Isolatori provati	Isolatori riscontrati difettosi					Data della verifica
		Fuso	Campanella intermedia	Campana esterna	Totale	%	
I Prova	1780	5	21	9	35	2	1-11-20 ÷ 26-2-21
II Prova	1780	1	13	9	23	1.3	6-7-21 ÷ 30-9-21

Durante la seconda verifica si ebbe una fulminazione di isolatore per effetto di una scarica diretta che colpì pure la punta del palo di legno.

Si può quindi concludere che con l'adozione del sistema si possono prevenire quasi tutte le interruzioni dovute al deterioramento graduale degli isolatori e che nella linea in esperimento si ebbe un deterioramento di isolatori in ragione del 2% all'anno.

Firenze, 26 novembre 1921.

Ing. PIO VENTURINI.

SUNTI E SOMMARI

IMPIANTI.

H. M. — **Dispositivo per la messa in parallelo automatica degli alternatori.** (L'Industrie Électrique, 25 agosto 1921).

L'articolo descrive un nuovo dispositivo di un costruttore tedesco.

L'apparecchio principale del sistema è un « motore di messa in parallelo » di cui la fig. 1 dà lo schema. Lo statore di detto motore ha un avvolgimento trifase a triangolo, mentre il rotore porta un avvolgimento monofase in corto circuito. Una delle fasi dello statore è connessa alla fase corrispondente dell'alternatore in funzione e di quello da mettere in parallelo, mediante i morsetti T_1 T_2, mentre le altre due fasi sono inserite fra le fasi opposte mediante i morsetti S_1 R_2 e S_2 R_1. Si produce in tal modo un campo alternativo monofase la cui direzione dipende dallo sfasamento fra le due macchine; finchè non si raggiunge il sincronismo, lo sfasamento varia continuamente. Ne segue che anche il campo del motore cambia direzione e che il rotore si sposta continuamente per raggiungere la posizione corrispondente al

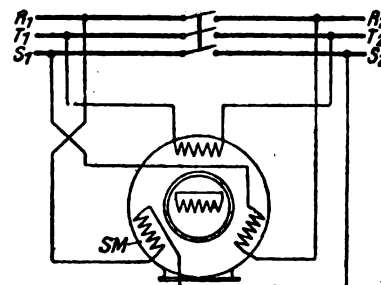



Fig. 1. — Schema del motore di messa in parallelo.

minimo di corrente nel suo avvolgimento; la velocità angolare di rotazione del rotor è metà della rotazione dello sfasamento.

L'intensità del campo è costante e dipende dalla tensione in linea; il momento di torsione che agisce sul rotor è proporzionale al campo. Siccome poi lo sforzo sviluppato varia fortemente cogli spostamenti anche piccoli dalla posizione corrispondente alla messa in fase, il rotore tende a portarsi in questa posizione con rilevante energia e precisione.

Si può procedere alla messa in parallelo nel momento in cui il motore gira assai lentamente e raggiunge la posizione corrispondente al sincronismo. Ciò si ottiene col dispositivo rappresentato in fig. 2.

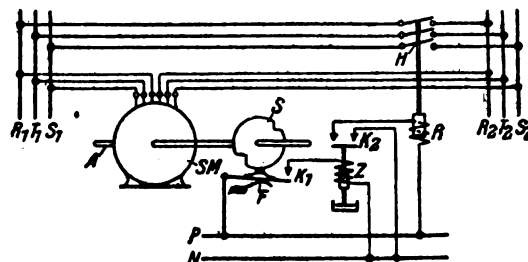



Fig. 2. — Schema ridotto per la messa in parallelo automatico.

In essa SM indica il motore di messa in parallelo inserito nel modo già visto. Sull'asse A del motore è montato un disco S che reca due intaccature diametralmente opposte. Ruotando il disco, quando le intaccature vengono in corrispondenza del bottone F, questo è spinto in su dalla molla e chiude il contatto K_2 eccitando in tal modo la bobina Z di un relais ad azione differita. Se il motore gira troppo velocemente il relais non entra in azione; ma se la rotazione è al contrario assai lenta, il relais chiude il contatto K_2 che comanda il circuito del relais R dell'interruttore principale H; in tal modo la seconda macchina resta inserita.

E' stato preveduto il caso in cui si verificasse una interruzione accidentale nei circuiti dello statore, in modo che il rotore si venisse casualmente a fermare nella posizione delle intaccature corrispondenti al bottone F: si avrebbe in tal modo una inserzione di macchina non in sincronismo.

La fig. 3 rappresenta lo schema completo. Un interruttore di comando D è inserito nel circuito di un relais R_3 il quale comanda il circuito di eccitazione del relais dell'interruttore principale, in modo che esso non può mai funzionare se il personale di manovra non ha prima manovrato l'interruttore D; cosa che il personale non deve fare se non dopo avere accertato l'esatto funzionamento del motore.

Per evitare ogni possibile falsa manovra il circuito del relais R_3 non può essere chiuso se non dopo che il motore abbia già subito uno

spostamento: a tale scopo il relais Z di fig. 2 è sostituito dal dispositivo rappresentato in figura 3. Il relais non è più comandato dal contatto K_1 ma da quello K_2 e il suo circuito quindi è chiuso prima che il sincronismo sia raggiunto. Quando il nucleo è attirato, esso apre

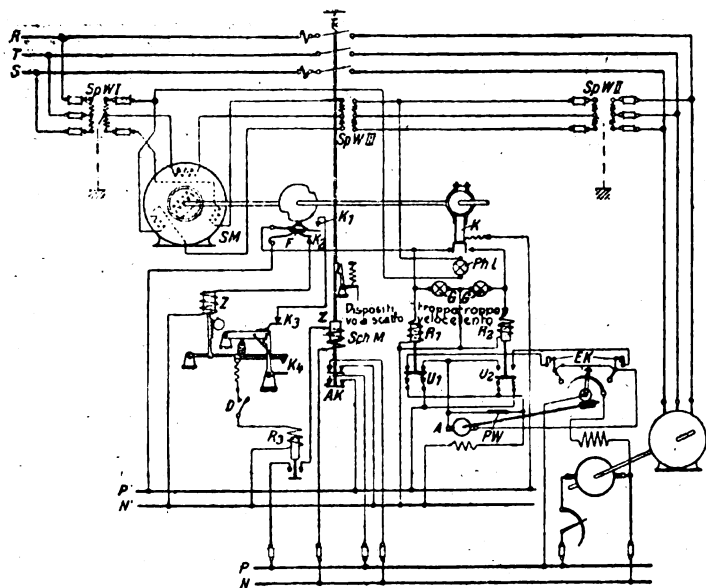



Fig. 3. — Schema completo di installazione.

prima il contatto K_4 poi chiude quello K_3; questo stabilisce il circuito verso il contatto K_1 per permettere l'eccitazione del sistema K_1 al momento in cui si chiude D_1.

L'interruttore principale è mosso dal solenoide $Sch\,M$ il cui circuito è comandato dal relais R_3; il circuito R_3 resta aperto anche quando si preme il bottone D. Nel momento in cui F entra nella incavatura del disco, K_2 si apre e il nucleo del relai Z scende lentamente e se l'eguaglianza di fase permane, K_4 si chiude; K_3 è sempre chiuso e se il bottone D è premuto il circuito di $Sch\,M$ è stabilito. Se invece il sincronismo non è raggiunto, K_4 viene aperto, K_1 si chiude ed il nucleo Z è richiamato verso l'alto.

Gli altri dispositivi di fig. 3 hanno lo scopo di permettere la messa in parallelo solo se la macchina da inserire si trova oltre il sincronismo; ciò che è utile perchè essa assume subito una parte del carico. A tale scopo serve la leva di contatto K mossa dal motore, per frizione: le cose sono disposte in modo che il relais Z è eccitato soltanto quando K si trova portato a sinistra, posizione che corrisponde a un leggero ipersincronismo.

Le due lampade $G\,G$ si accendono, quella di sinistra quando la velocità dell'alternatore è superiore al sincronismo, l'altra nel caso contrario.

Si può anche utilizzare la leva K per comandare a distanza elettricamente il motore che aziona l'alternatore. La fig. 3 rappresenta un caso particolare. In parallelo colle lampade $G\,G$ sono montati i relais R_1 R_2 che comandano gli interruttori bipolari U_1 U_2 secondo la posizione assunta dalla leva K. Nella posizione della figura 3 è eccitato R_2 e quindi è chiuso U_1; l'inverso si produce quando è eccitato R_2. Ne viene che la corrente passa nell'armatura del motorino di comando A in un senso o nell'altro secondo i casi, facendo pure girare in un senso o nell'altro il motorino, che comanda l'organo di regolazione della motrice. Quando è eccitato R_1, nel circuito del motorino è inserita la resistenza $P\,W$ la quale ha lo scopo di far girare il motorino stesso più lentamente in un senso che nell'altro evitando in tal modo che esso venga ad assumere un movimento pendolare.

La corrente per alimentare il motore di messa in parallelo può essere derivata dai trasformatori di tensione degli apparecchi di misura, inserendo, se è il caso, un trasformatore di sicurezza con rapporto 1 : 1. Questo dispositivo è rappresentato da S_p $W\,I, II, III$ di fig. 3.

R. S. N.

* *

TRASMISSIONE E DISTRIBUZIONE.

F. F. PETERS e M. E. SKINNER — **Trasformatori per connessione di reti ad alta tensione.** (Iour. Am. Inst. Elec. Eng. giugno 1921, pag. 473).

Se due reti di distribuzione sono fra loro collegate in un solo punto, la differenza di fase fra le due reti dipende dalla connessione dei trasformatori usati pel collegamento stesso. Connessioni eventuali successive devono accordarsi colla precedente.

Quando si voglia che le due reti collegate sieno in fase fra loro, la connessione da preferirsi è quella stella-stella per le ragioni che l'autore enuncia come segue: è sufficente un isolamento minore fra avvolgimenti e armatura, che non con altri tipi di connessioni; vi è la opportunità di poter mettere il neutro a terra; i trasformatori sono più piccoli e costano meno; mettendo il neutro a terra si può realizzare una ulteriore economia graduando l'isolamento.

La differenza di tensione fra gli avvolgimenti e l'armatura che è del 43,3 per cento della tensione di linea nella connessione a triangolo, si riduce al 28,9 per cento nella connessione a stella.

Un trasformatore con connessioni a stella viene a costare meno di una a triangolo in ragione del minor numero di spire richieste, per quanto esse sieno di sezione maggiore. Prendendo come termine di confronto pel costo dei trasformatori il loro peso a secco, ossia escludendo il peso dell'olio isolante, l'autore ha tracciato la curva di fig. 1 che fa vedere il confronto fra i pesi a secco di un trasformatore a

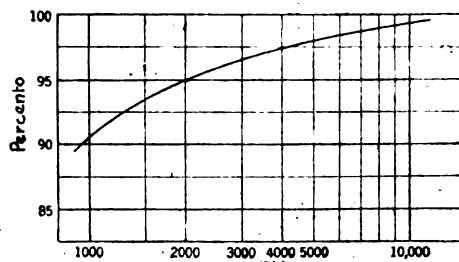



Fig. 1. — Peso a secco di trasformatori connessi a stella in per cento del peso di trasformatori equivalenti connessi a triangolo.

stella e quelli di uno a triangolo. La curva si riferisce a trasformatori da 66 000 volt a 60 periodi. Il vantaggio del tipo a stella riesce evidente e sarebbe ancora maggiore per tensioni più elevate, mentre si annulla quasi per tensioni molto basse.

Un risparmio notevole di costo si ha graduando l'isolamento fra avvolgimenti e armatura in proporzione della differenza di tensione esistente nei vari punti.

L'autore vede poi un altro vantaggio della connessione a stella nel fatto che essa permette l'impiego di autotrasformatori, purchè il punto neutro sia a terra in modo permanente.

Se in un autotrasformatore connesso stella-stella, il punto neutro non fosse permanentemente e direttamente messo a terra, si potrebbero verificare condizioni pericolose sulla linea a bassa tensione nel caso di un accidentale messa a terra sulla linea ad alta. Nel caso ad esempio di un trasformatore da 150 000 volt a 66 000 volt col neutro non a terra, se si verifica una messa a terra su una delle fasi del 150 000 volt, la differenza di tensione fra la linea a 66 000 volt e la terra che era precedentemente di 38 100 volt, sale a 48 500 volt, nella fase corrispondente a quella che ha avuto il guasto, e a 110 800 volt nelle altre due fasi.

Il vantaggio economico che si ottiene installando autotrasformatori è specialmente sensibile quando il rapporto di trasformazione non è molto grande ossia non molto lontano da 1. Però in queste condizioni essi presentano impedenza molto bassa e non sono perciò atti a sopportare gli eventuali corti circuiti. Il loro campo di applicazione è perciò ristretto ai casi in cui gli effetti derivanti da corti circuiti non siano troppo gravi. Secondo l'autore il maggior numero di essi fu installato per rapporti di trasformazione vicino al valore 2.

L'impiego dei trasformatori con connessione stella-stella implica però la necessità di avere un avvolgimento ausiliario connesso a triangolo per ottenere un funzionamento soddisfacente.

Infatti in tutti i trasformatori monofasi, e in quelli trifasi del tipo a mantello, l'ausiliario deve fornire la terza armonica della corrente di eccitazione la quale viene soppressa pel fatto del collegamento a stella-stella. Se non si provvede alla terza armonica per la corrente di eccitazione, si verificherebbe una terza armonica nella tensione e conseguentemente si avrebbe il neutro instabile.

Nei trasformatori trifasi a nucleo, la mancanza della terza armonica di eccitazione in ogni fase ad ogni dato istante, fa sì che le altre due fasi abbiano nello stesso istante un'eccessiva intensità della terza armonica di eccitazione stessa.

Alcune volte l'avvolgimento ausiliario serve a fornire energia a un condensatore sincrono per la regolazione della tensione all'estremità di arrivo della linea. Secondo l'autore si può realizzare una economia considerevole con tale dispositivo.

Quando il condensatore fornisce dei kVA in anticipo, mentre il carico principale ha un fattore di potenza in ritardo, l'effetto dei due carichi si combina nel senso di ridurre la corrente nel primario. Ne viene che l'aggiunta del condensatore non implica alcun aumento dell'avvolgimento primario.

Quando i trasformatori servono a connettere tre sistemi, in modo che la trasmissione di energia possa farsi da uno qualunque dei sistemi verso gli altri due o viceversa, è necessario che la reattanza fra due qualunque degli avvolgimenti sia pressochè eguale. Se ciò non è, riesce difficile la regolazione nelle diverse condizioni di carico; inoltre i corti circuiti potrebbero riuscire più dannosi.

In questi casi il problema è dunque quello di mettere una reattanza sufficente fra due avvolgimenti qualunque senza rendere eccessiva quella fra altri due.

Nei trasformatori monofasi a nucleo ad avvolgimento concentrico vi sono due modi di disporre i tre avvolgimenti (primario, secondario, ausiliario) uno rispetto all'altro.

Nel sistema indicato in figura 2 si ha una reattanza normale fra primario e secondario come pure fra questo e l'ausiliario, mentre la reattanza fra primario e ausiliario è assai grande in ragione del maggiore distanziamento.

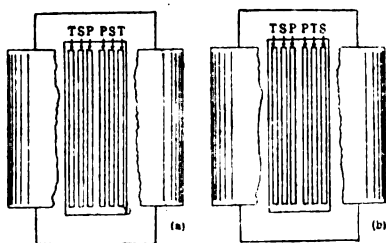



Fig. 2. — Spaccato attraverso un trasformatore del tipo a nucleo per mostrare la disposizione degli avvolgimenti.

Col sistema di figura 2 b la reattanza fra i diversi avvolgimenti è eguale. Ma tale dispositivo è dannoso dando luogo ad eccessivo riscaldamento per la grande intensità di flusso di dispersione dovuto alla disimmetria degli avvolgimenti.

Nei trasformatori monofasi a nucleo con avvolgimenti concentrici non vi è modo di evitare che fra due avvolgimenti vi sia una reattanza maggiore che fra gli altri.

Nei trasformatori a mantello è possibile invece eguagliare le reattanze, senza produrre eccessiva dispersione di flusso. Lo schema di fig. 3 rappresenta il modo di avvolgimento opportuno. La disposizione

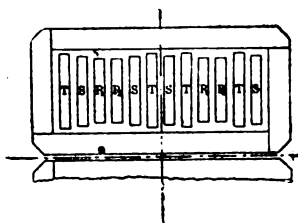



Fig. 3. — Spaccato attraverso un trasformatare a mantello per mostrare la disposizione degli avvolgimenti.

dell'avvolgimento ausiliario rispetto al primario nella prima metà, è eguale a quello del secondario nell'altra metà, e si ottiene così l'eguaglianza delle reattanze, senza generare gravi dispersioni di flusso.

Risulta da quanto sopra che il progettare un trasformatore con tre avvolgimenti e che presenti una reattanza voluta fra ciascun paio di avvolgimenti è un problema di difficile e talvolta impossibile soluzione.

L'avvolgimento ausiliario ha poi grande importanza nei trasformatori con connessione stella-stella nei riguardi dei corti circuiti.

Infatti in un trasformatore di tale tipo col neutro a terra, l'intensità della corrente che si verifica in una delle linee quando su di essa avvenga un contatto a terra, dipende in misura notevole dalla reattanza fra gli avvolgimenti principali e l'ausiliario. Riferendoci ad esempio alla fig. 4 si vede che le ampere-spire della fase A del secondario

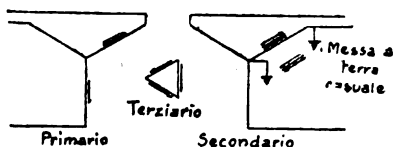



Fig. 4. — Distribuzione delle correnti quando il secondario va a terra in un trasformatore stella stella con avvolgimento ausiliario.

andata a terra, sono equilibrate dalle ampere-spire della fase corrispondente del primario e da quelle della fase $A\ C$ dell'avvolgimento ausiliario; inoltre il flusso della corrente nelle fasi B e C del primario, poichè le corrispondenti fasi del secondario non sono più percorse da corrente, deve essere equilibrato dal flusso prodotto dalle corrispondenti fasi dell'ausiliario. Calcolando le correnti di corto circuito per diverse condizioni di installazione, l'autore mette in evidenza come con l'uso dell'avvolgimento ausiliario, la corrente di corto circuito, causata da una accidentale messa a terra, risulti di molto ridotta.

R. S. N.

L'autorità della nostra Associazione sarà ancora maggiore quando essa potrà disporre di un suo patrimonio. Questo non può essere costituito che dalle quote dei Soci vitalizî o perpetui. I Soci che amano il Sodalizio devono quindi prendere in seria considerazione la possibilità di iscriversi Soci vitalizî.

CRONACA

CONCORSI.

Concorso per il posto di Direttore dell'Azienda elettrica municipale di Roma. — A norma della Legge 29 Marzo 1903 n. 103 dell'assunzione diretta dei pubblici servizi da parte dei Comuni e relativo Regolamento 10 Marzo 1904 n. 108 nonchè del Regolamento speciale per l'Azienda elettrica municipale, approvato dal Consiglio comunale nelle adunanze del 22, 26 e 29 Luglio 1918 e 7 Marzo 1919 e dalla Giunta provinciale amministrativa il 6 Settembre, il 22 Novembre 1918 e il 4 Aprile 1919, ed in esecuzione delle deliberazioni del Consiglio comunale in data 17-20 Giugno 1921 approvate dalla Giunta provinciale amministrativa con decisione N. 3650-*b* del giorno 29 Ottobre 1921 è aperto il concorso per il posto di Direttore della predetta Azienda.

Il concorso è per titoli e saranno ammessi a prendervi parte i concorrenti che presentino analoga domanda, redatta su carta da bollo da L. 1,15 al Gabinetto del Sindaco di Roma non più tardi delle ore 15 di martedì 20 Dicembre 1921.

La domanda di ammissione dovrà essere corredata dei seguenti documenti:

a) atto di nascita;

b) certificato di cittadinanza italiana. Sono equiparati ai cittadini dello Stato gli italiani non regnicoli;

c) la prova di avere una irreprensibile condotta morale e civile;

d) il certificato penale generale negativo;

e) la prova di possedere una sana costituzione fisica, da accertarsi anche mediante visita sanitaria;

f) la laurea d'ingegnere rilasciata da una R. Scuola di Applicazione per gli Ingegneri o titolo riconosciuto equipollente dal Consiglio della R. Scuola di Applicazione degli Ingegneri di Roma;

g) titoli che dimostrino di aver diretto o collaborato nella direzione o nella sorveglianza di esercizi industriali di produzione e di distribuzione di energia elettrica di analoga importanza;

h) dichiarazione di aver preso cognizione della Legge, dei Regolamenti soprarichiamati, nonchè del Regolamento organico nazionale (Lodo arbitrale 28 Settembre 1920) e di sottostare ai medesimi ed alle eventuali modificazioni di essi.

I concorrenti presenteranno quegli altri documenti, informazioni, studi, pubblicazioni, progetti, ecc., che comprovino la loro coltura e competenza in materia di elettrotecnica, di essersi mantenuti al corrente dei progressi compiuti in tale ramo e di avere le attitudini direttive e amministrative.

I documenti di cui ai paragrafi *c*, *d*, *e*, non dovranno essere di data anteriore a tre mesi dalla chiusura del concorso.

Al posto di Direttore dell'Azienda elettrica municipale è assegnato lo stipendio annuale di L. 30 000. Tale stipendio, a norma della disposizione del Regolamento organico nazionale (Lodo arbitrale 28 Settembre 1920) sarà aumentato in ogni anno successivo di esercizio di L. 1000, fino al 20° anno di servizio, dopo di che gli aumenti annui ulteriori saranno di L. 666,66 fino ad arrivare ad un massimo di stipendio di L. 60 000 al 35° anno di servizio. Oltre allo stipendio saranno corrisposte le competenze accessorie per caro viveri, e le cointeressenze sugli utili, tutti al netto dell'imposta di ricchezza mobile.

La nomina è fatta per un solo triennio.

Le funzioni di Direttore sono incompatibili con qualunque altro impiego, industria e professione.

Su relazione di apposita Commissione di cinque membri, eletta dal Consiglio comunale, il Consiglio stesso provvederà alla nomina del primo designato, salva sempre la facoltà di non procedere ad alcuna nomina.

La Commissione giudicherà inappellabilmente sul valore dei titoli prodotti dai concorrenti ed avrà facoltà di accertare la sana costituzione fisica dei concorrenti mediante visita medica.

Prima dell'assunzione in servizio il nominato dovrà versare una cauzione di L. 30 000 nelle forme stabilite dalla Legge sulle riscossioni delle imposte dirette e da approvarsi dal Consiglio di Prefettura a norma dell'art. 31 del citato Regolamento 10 Marzo 1904, n. 108.

Il Direttore nominato, salvo legittimo impedimento, dovrà assumere effettivamente servizio entro un mese dalla data della lettera di partecipazione che gli sarà inviata dal Sindaco; trascorso inutilmente questo termine si riterrà come rinunziatario. In tal caso, come in quello in cui il nominato abbia espressamente a rinunziare, il Consiglio comunale potrà procedere alla nomina a Direttore degli altri eleggibili, seguendo l'ordine della graduatoria.

NOTE E QUISTIONI ECONOMICHE, POLITICHE E FINANZIARIE.

La disoccupazione in Germania. — L'impressione comune che in Germania si lavori in pieno nell'agricoltura e nell'industria e non vi sia disoccupazione, è erronea, come risulta da una statistica di agosto scorso, che si riferisce ai 534 più importanti dei 2250 uffici comunali di collocamento, e che dà 248 737 aspiranti per 34 774 posti per operai e 89 473 aspiranti per 40 851 posti per operaie, cioè, in totale, i posti bastavano per il 22% dei concorrenti, con un lieve miglioramento su

luglio (la percentuale era del 17). Le maggiori sproporzioni sono state per le fabbriche di macchine e apparecchi vari (63 247 aspiranti per 3590 posti) e per quelle di cuoi (rispettivamente 3812 e 338). Solo per i lavori di edilizia (compresi quelli da carpentieri, fabbri e manovali) si ebbero più posti che aspiranti (7482 contro 5221).

e. m. a.

RADIOTELEGRAFIA E RADIOTELEFONIA.

Impianto di una stazione radiotelegrafica in Rodi — Il Ministero delle Poste e dei Telegrafi è venuto nella determinazione di dare in concessione ai privati l'impianto e l'esercizio di una stazione radiotelegrafica nell'isola di Rodi destinata al regolare scambio della corrispondenza tra l'Italia e l'Asia Minore.

Le condizioni generali alle quali potrebbe essere accordata la concessione di detta stazione sono indicate nell'avviso pubblicato a pag. 595 e seguenti del bollettino N. 20 (parte II) del Ministero Poste e Telegrafi in data dell'11 luglio c. a.

Le Ditte o Società idonee che intendono concorrere, potranno rimettere le relative domande alla Direzione Generale dei Servizi Elettrici Serv. II (Telegrafi) Uff. 6°. Il Ministero delle Poste e Telegrafi si riserva di far conoscere agli interessati i dati tecnici a cui dovrebbe soddisfare l'erigenda stazione nonchè i dati relativi al traffico tra l'Italia e l'Asia Minore.

SOCIETÀ SCIENTIFICHE, ecc.

Società Italiana per il progresso delle Scienze. — A complemento delle notizie già date (a pag. 592) sul recente Congresso, a Trieste, della Società Italiana per il progresso delle Scienze, aggiungiamo l'elenco delle attuali cariche della Società.

Ufficio di Presidenza e d'Amministrazione:

Presidente: Prof. Pietro Bonfante
Vice-presidenti: Prof. A. Ciappi - Prof. A. Russo
Segretario: Prof. Roberto Almagià
Vice-segretario: Prof. Mario Picotti
Amministratore: Prof. Bonaldo Stringher
Cassiere-economo: Prof. Lucio Silla
Bibliotecario: Prof. Giovanni Vacca
Vice-segretario aggiunto: Dott. Eugenio Padova

Presidenti di Sezione:

per la classe A:
Prof. Salvatore Pincherle — Prof. Alfredo Pochettino
Prof. Anastasio Anastasi — Prof. Ernesto Manasse
Prof. Guido Timens — Prof. G. B. Rizzo

per la classe B:
Prof. Mario Stenta — Prof. Maurizio Ascoli
Prof. Romualdo Pirotta — Prof. sen. Giulio Fano

per la classe C:
Sen. Attilio Hortis — Prof. Pietro De Logu
Prof. Pietro Paolo Orsi — Prof. on. Lando Landucci

Membri del Comitato Scientifico:
Prof. Italo Bellucci — Prof. Gaetano Platania
Prof. Enrico Tedeschi — Prof. Federico Raffaele
Prof. Tullio Levi-Civita — Prof. Corrado Gini
Prof. Emilio Bianchi — Prof. G. Alfredo Cesareo

Rappresentanti della Società nel R. Comitato Talassografico:
Prof. Roberto Almagià — Prof. Achille Monti

VARIE.

Corso pratico di perfezionamento per ingegneri e capi tecnici. — Come accennammo nel passato numero, la *Società Idroelettrica Piemonte* già da circa un anno ha inaugurato presso le Officine sue e delle Società sue Consociate, un Corso pratico di perfezionamento, di cui qui riassumiamo le Norme di assunzione:

« *Possono essere inscritti al Corpo Impiegati Volontari: i laureati in Ingegneria presso i Politecnici del Regno, con un limite massimo d'età di anni 35 e con speciale preferenza a quelli che hanno ottenuto le migliori votazioni nei corsi pratici e teorici di elettrotecnica; i licenziati delle R. Scuole Industriali e dei R. Istituti Tecnici del Regno, Sez. Fisico - Matematica od Industriale, con un limite massimo d'età di anni 25.*

Il numero massimo degli inscritti sarà di 6 per la categoria Ingegneri e di 6 per la categoria Licenziati; per la categoria Licenziati, con preferenza ai richiedenti che appartengono a famiglie operaie e che ne facciano domanda corredata dai documenti comprovanti la loro moralità e gli studi fatti.

Il Corso pratico di preparazione è suddiviso in tre distinti periodi:

1) di sei mesi alle sottostazioni centrali termiche di Torino.

2) di tre mesi nelle centrali idroelettriche esterne;

3) di tre mesi nei Laboratori ed uffici tecnico - amministrativi della Società in Torino, Via Arsenale 19 e 21.

L'impiegato volontario deve sottomettersi a tutte le disposizioni regolamentari, disciplinari, d'orario e di servizio del personale di Officina, dei Laboratori e degli Uffici della Società stessa.

La Società assume a suo carico l'assicurazione degli impiegati volontari.

Essa corrisponde, a titolo d'incoraggiamento e di concorso alle spese che avesse a sostenere l'impiegato volontario, un assegno di L. 300 agli impiegati appartenenti alla categoria Ingegneri; di L. 250 a quelli appartenenti alla categoria Licenziati. Si riserva inoltre la facoltà di accordare, dopo il periodo di preparazione di dodici mesi, un premio di L. 1000 a quegli Impiegati volontari che se ne saranno resi maggiormente degni.

Allo scadere del termine di dodici mesi l'Impiegato volontario non potrà trattenersi ulteriormente presso la Società nè dovrà fare assegnamento sui buoni uffici della medesima per trovare occupazione altrove.

La Direzione si riserva giudizio insindacabile circa la risoluzione immediata dell'Impiego volontario mediante preavviso di otto giorni e senza obbligo di dichiararne le ragioni. »

Le richieste degli Ingegneri sono sempre assai superiori ai posti disponibili, mentre finora nessun capo - tecnico ha approfittato del Corso.

Allorchè fu istituito il Corso, si manifestò da parte delle maestranze della Società un senso di diffidenza verso l'elemento nuovo, diffidenza che ebbe poi a mutarsi in cordialità di rapporti, non appena esse si resero conto delle finalità del Corso stesso e del nessun pregiudizio che ad esse ne sarebbe derivato.

NORME, LEGGI, DECRETI E REGOLAMENTI

Tassazione sulle lampade elettriche.

Estratto dal Decreto N. 1593 della raccolta ufficiale delle leggi del Regno (Gazzetta Ufficiale N. 274 del 23 Novembre 1921) *concernente le imposte sul caffè, sui suoi surrogati e sugli organi d'illuminazione elettrica.*

Omissis . . . . . .

Art. 6. — In applicazione dell'art. 2 del ripetuto Nostro decreto 3 luglio 1921, nella parte relativa alla soppressione del diritto di monopolio sulle lampadine elettriche è stabilita un'imposta di fabbricazione sui sotto indicati organi di illuminazione elettrica, nella misura per ciascuno di essi indicata:

a) organi per illuminazione elettrica a incandescenza o luminescenza di qualsiasi sistema:

	Lampade a filamento di carbone	Altri organi illuminanti
1° fino a 10 watt	L. 0,25	L. 0,50
2° da 11 a 50 watt	L. 0,75	L. 1,50
3° da 51 a 200 watt	L. 1,50	L. 3,00
4° da 201 watt in più	L. 3,00	L. 6,00

b) organi per illuminazione ad arco, esclusi i carboni puri o metalizzati al kg. L. 3.

c) carboni puri o metallizzati o di altro sistema per illuminazione elettrica ad arco al kg. L. 2.

Nelle stesse misure è riscossa la sopratassa di fabbricazione sugli organi per illuminazione elettrica di qualsiasi sistema importati dall'estero.

Sono esenti dall'imposta gli organi d'illuminazione destinati all'esportazione.

Art. 7. — Con decreto del ministro delle finanze sarà stabilito il giorno dell'applicazione dell'imposta di cui al precedente articolo. Fino a quel giorno saranno riscosse l'imposta di fabbricazione e la sopratassa di confine sulle lampadine elettriche nella misura e nei modi in vigore per la riscossione del diritto di monopolio istituito col Nostro decreto 17 agosto 1919, n. 1553.

Art. 8. — Chiunque fabbrichi organi d'illuminazione elettrica soggetti all'imposta di cui all'art. 6 o parti di essi organi, deve farne denuncia all'ufficio tecnico di finanza, e ottenerne licenza soggetta al diritto di L. 100 annue per le fabbriche di organi d'illuminazione indicati alle lettere *a*) e *b*) dello stesso art. 6 e di L. 30 per le fabbriche di carboni di cui alla lettera *c*).

Art. 9. — Le fabbriche di organi d'illuminazione indicati all'art. 8 sono soggette alla vigilanza permanente della finanza, la quale può richiedere, in qualunque momento, l'esecuzione di opere stimate necessarie all'efficace esercizio della vigilanza stessa.

Col regolamento potranno essere stabilite speciali norme di vigilanza sulle fabbriche di parti di detti organi e sulla destinazione e l'uso delle stesse parti importate dall'estero.

Art. 10. — E' data facoltà al ministro delle finanze di stabilire con decreto che gli organi illuminanti di cui all'art. 6 non possono essere messi in vendita se non sieno muniti, a cura e spese dei fabbricanti e degl'importatori, di speciali contrassegni comprovanti il pagamento dell'imposta, distribuiti dall'Amministrazione.

La qualità dei contrassegni e le norme per la loro applicazione saranno determinate pure con decreto del ministro delle finanze, con facoltà di disporre l'identificazione dei prodotti già esistenti

nei depositi o negli esercizi di vendita entro un termine da stabilire con lo stesso decreto comminando ai contravventori le stesse pene di cui all'art. 3 dell'allegato *B* alla legge 8 agosto 1895, n. 486, richiamata nell'art. 2 del presente.

Art. 11. — Il pagamento dell'imposta sugli organi illuminanti di cui all'art. 6 è effettuato dal fabbricante direttamente in tesoreria, in ragione della quantità del prodotto estratto dal magazzino annesso alla fabbrica. Può essere concessa una dilazione nel pagamento della imposta medesima fino a tre mesi dopo l'estrazione della merce corrispondente dal magazzino, purchè il debito del fabbricante non venga ad eccedere i quattro quinti della cauzione da stabilire nel regolamento.

Per tener conto degli organi illuminanti, che vengano respinti alle fabbriche perchè inservibili dei contrassegni guasti o distrutti, e di ogni altra perdita anche per forza maggiore, è concesso al fabbricante sull'imposta liquidata per le estrazioni soggette ad imposta, effettuate durante l'esercizio finanziario, un abbuono del 2% per i carboni e del 5% per gli altri organi illuminanti, mediante accreditamento sul debito d'imposta per l'esercizio successivo.

Art. 12. — La fabbricazione clandestina degli organi d'illuminazione elettrica di cui all'art. 6 è punita con una multa fissa di L. 1000 e con una multa variabile dal doppio al decuplo della imposta sui prodotti preparati e su quelli in corso di preparazione e che si sarebbero potuti preparare colle materie prime rinvenute. Tale fabbricazione è legalmente provata dalla sola presenza in locale non dichiarato, di alcuna delle materie prime e di parte degli apparecchi atti alla preparazione dei mezzi illuminanti in parola.

In tal caso sono soggetti a confisca tanto gli organi illuminanti, ultimati o non ultimati, quanto le materie prime, i recipienti ed i mezzi di trasporto sequestrati.

Sono considerati di contrabbando gli organi di illuminazione trovati nello Stato in condizioni diverse da quelle stabilite dal regolamento, ed i contravventori sono puniti con multa variabile dal doppio al decuplo dei diritti di confine. Però, ove la multa così determinata risulti inferiore a L. 200 sarà ritenuta in questa somma.

Ogni altra azione, mediante la quale si sottraggono o si tenti di sottrarre gli organi illuminanti anzidetti al pagamento della imposta di fabbricazione, è punita con una multa fissa di L. 500 e con una multa variabile dal doppio al decuplo della imposta, che si sarebbe frodata.

Art. 13. — Agli effetti delle imposte sui surrogati di caffè e sugli organi d'illuminazione elettrica sono applicabili le disposizioni seguenti:

1. Le controversie sulla qualificazione dei prodotti suindicati sono definite seguendo la procedura stabilita per la risoluzione delle controversie doganali.

2. Gli agenti governativi hanno sempre la facoltà di entrare nelle fabbriche e nei locali annessi, nei magazzini e negli esercizi ove si vendano prodotti soggetti a tributo, per farvi verificazioni ai fini del regolare accertamento e pagamento dell'imposta.

Nei casi di sospetto di contravvenzione hanno inoltre la facoltà di adire l'autorità giudiziaria, per ottenere il permesso di procedere a perquisizioni domiciliari con l'intervento di un ufficiale della R. guardia di finanza o di altro ufficiale di polizia giudiziaria.

3. L'accesso alle fabbriche deve essere lasciato aperto e libero agli agenti della finanza per tutto il tempo della lavorazione dichiarata.

Nelle fabbriche l'esercente ha l'obbligo di fornire gratuitamente, per uso degli agenti delegati alla vigilanza permanente, un locale nelle condizioni stabilite dal regolamento.

4. I prodotti, nonchè il macchinario e tutto il materiale mobile, esistenti nelle fabbriche o nei magazzini a queste annessi o in altri comunque soggetti a vigilanza fiscale, guarentiscono l'Amministrazione del pagamento della tassa di fabbricazione a preferenza di ogni altro creditore.

Similmente i prodotti, i recipienti ed i mezzi di trasporto, caduti in contravvenzione, quando non sieno soggetti a confisca, garantiscono l'Amministrazione del pagamento dei diritti, delle multe e delle spese di ogni specie, dovuti dai contravventori o responsabili a termini di legge, a preferenza di ogni altro creditore.

5. La mancanza o la negata presentazione dei registri prescritti dal regolamento e la tenuta irregolare di essi, sono punite con multa non minore di L. 50 nè maggiore di L. 200, estensibile al doppio pei recidivi.

6. Qualora ad un determinato fatto contravvenzionale abbiano concorso più persone, ciascuna è passibile dell'intera pena applicabile al fatto stesso.

7. Qualora col fatto, che ha dato luogo alla contravvenzione, sia stata o possa essere stata frodata la imposta di produzione, il contravventore è tenuto ad eseguirne il pagamento indipendentemente dal procedimento contravvenzionale e dal pagamento della multa.

8. Qualsiasi altra contravvenzione alle disposizioni di carattere legislativo od al regolamento per la loro esecuzione è punita con una multa da L. 10 a L. 300.

9. L'azione penale per le contravvenzioni si prescrive in due anni dal giorno in cui furono commesse, però un atto giudiziario interrompe la prescrizione.

10. I processi verbali di accertamento delle contravvenzioni sono compilati dagli agenti scopritori e fanno fede in giudizio fino a prova contraria.

In ogni caso, se il fatto costituente la contravvenzione non sia in tutto od in parte punibile con pene corporali, prima che il giudice ordinario abbia pronunziata la sentenza e questa sia divenuta definitiva, il contravventore può chiedere che l'applicazione della multa sia fatta in sede amministrativa dall'Intendente di Finanza della provincia, il quale decide senza limite di somma anche per ciò che riguarda la confisca e le spese.

Per la ripartizione delle multe e per quanto non sia espressamente disposto riguardo alle contravvenzioni, saranno osservate le norme della legge doganale e del relativo regolamento. Però il provento della confisca dei generi sequestrati si devolve per intero all'erario.

Art. 14. — Con decreti Reali sarà provveduto alla pubblicazione di distinti testi unici delle disposizioni di carattere legislativo per ciascuna delle imposte di fabbricazione sui surrogati di caffè e sugli organi d'illuminazione elettrica.

Art. 15. — Il presente decreto avrà effetto dal giorno successivo a quello della sua pubblicazione nella *Gazzetta Ufficiale* e sarà presentato al Parlamento per essere convertito in legge.

Ordiniamo che il presente decreto, munito di sigillo dello Stato, sia inserito nella raccolta ufficiale delle leggi e dei decreti del Regno d'Italia, mandando a chiunque spetti di osservarlo o farlo osservare.

Dato a San Rossore, addì 16 novembre 1921.

VITTORIO EMANUELE.

Bonomi — Soleri — De Nava.

Visto, *Il guardasigilli*: *Rodinò.*

Associazione Elettrotecnica Italiana

Eretta in Ente morale il 5 Febbraio 1910

Notizie delle Sezioni

SEZIONE DI MILANO.

La sera del 26 u. s. per accordi presi dalla Presidenza colla Società di Chimica, numerosi soci poterono assistere alla interessante conferenza del Dott. LIVIO CAMBI sull'*industria dello zinco elettrolitico*. Il conferenziere dopo aver ricordate le peculiari condizioni del nostro paese, ricco di minerali di zinco e ciononostante tributario all'estero per lo zinco metallico, tracciò un quadro dell'industria dello zinco elettrolitico, che durante la guerra e nel dopo guerra ha assunto una importanza impensata all'Estero. Dopo aver ricordato i procedimenti dell'industria ed illustrato i principali mezzi di cui essa si serve, il Cambi descrisse ampiamente il primo grande impianto italiano recentemente entrato in funzione a S. Dalmazzo di Tenda, secondo i suoi progetti, ed espresse la convinzione che l'industria italiana dello zinco possa dirsi finalmente iniziata. Ricordò infine gli studi e le esperienze intraprese a Vado Ligure per il trattamento della calamine e chiuse coll'augurio che i grandi impianti allo studio in Sardegna possano assicurare al nostro paese un posto preminente nella produzione mondiale dello zinco.

Il conferenziere, vivamente complimentato dal Prof. Bruni, presidente della Società di Chimica, fu calorosamente applaudito. Speriamo di poter pubblicare quanto prima il testo dell'importante comunicazione.

TEDESCHI GIOVANNI FU GIOVANNI, *gerente responsabile* ARTI GRAFICHE VARESINE - VARESE

VOL. VIII (XXV degli Atti) 15 Dicembre 1921 N. 34

L'ELETTROTECNICA

GIORNALE ED ATTI DELLA

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

REDAZIONE ED AMMINISTRAZIONE: VIA SAN PAOLO, 10 - MILANO - TELEFONO N. 20-86

REDATTORE CAPO: A. BARBAGELATA - REDATTORI U. BORDONI - M. SEMENZA - G. VALLAURI

È GRADITA LA COLLABORAZIONE DEI LETTORI - GLI ARTICOLI DI INTERESSE GENERALE ACCETTATI DALLA REDAZIONE SONO COMPENSATI

GLI SCRITTI DEI SINGOLI AUTORI NON IMPEGNANO LA REDAZIONE E QUELLI DELLA REDAZIONE NON IMPEGNANO L'A. E. I.

I MANOSCRITTI NON SI RESTITUISCONO

La crisi attuale dell'energia elettrica.

Pubblichiamo più avanti il testo del recente Decreto il quale intende attenuare gli inconvenienti ed i danni dell'attuale crisi di energia elettrica che travaglia particolarmente l'Italia superiore. Alla deficienza, diremo così, ordinaria, di cui più o meno si erano sentiti gli effetti anche negli scorsi anni, si è aggiunta quest'anno una siccità assolutamente fuori di ogni regola, tale che da oltre un secolo non si era mai verificata. Sulla crisi, sulle sue cause e sulle sue conseguenze, si sono accese vivaci le polemiche sulla stampa politica, come sempre accade quando un fenomeno implica interessi immediatamente tangibili. Per conto nostro, abbiamo ricevuto, e pubblicheremo nel prossimo numero, una nota sulla questione e ci auguriamo che un po' di discussione serena ed oggettiva possa svolgersi anche sulle nostre colonne.

Quanto al nuovo decreto, esso non fa che imporre o sanzionare provvedimenti che, di fatto, almeno in gran parte d'Italia, sono già attuati. I collegamenti esistenti fra le nostre reti permettono già, infatti, di fronteggiare quasi ogni evenienza, tanto che in questi tempi, per sopperire alla deficienza d'acqua di un grande serbatoio alpino hanno funzionato centrali termiche del Piemonte, della Lombardia, del Veneto e della Toscana!

Piuttosto la «requisizione» di piccole centrali private, quando manchi il buon volere fra utente ed esercente, può condurre a questioni e problemi di valutazione, piuttosto complicati; ma il Decreto non se ne preoccupa soverchiamente, deferendo anche la risoluzione di tali questioni a quelle povere Commissioni prefettizie che già devono controllare l'incontrollabile ed alle quali non manca che di affidare, per Decreto reale, ...la quadratura del circolo.

L'elettrificazione della Sicilia.

Dei progetti per l'elettrificazione della Sicilia — non in senso ferroviario, ma in generale — si è già fatto più volte cenno in occasione del recente congresso sociale; oggi diamo il testo della comunicazione con la quale l'Ing. VISMARA, nella seduta inaugurale della Riunione, esponeva il piano generale di quelle opere di cui egli è tanta parte; e quello della conferenza con cui l'On. Ing. DRAGO espose i criteri informativi del progetto di sbarramento sull'alto Belice da lui inizialmente studiato: sbarramento illustrato nei suoi particolari tecnici dall'Ing. Mangiagalli nel numero scorso e del quale i congressisti poterono visitare gli interessanti lavori.

I pericoli della sabbia.

Durante la gita in Sicilia molti colleghi avranno senza dubbio provato un senso di preoccupazione davanti a quelle montagne brulle e nude pensando al clima caratteristico della regione che concentra generalmente le precipitazioni sotto forma di pioggie violente, alluvionali.

Il problema dell'interrimento dei serbatoi deve realmente essere stato assai grave per i progettisti. Del resto, come recentemente ricordava l'Ing. Forti in un suo studio recente che era un vero grido d'allarme, in ogni regione l'interrimento è una grave minaccia per tutti i serbatoj: basta aver ascoltato presso il letto di un torrente alpino in periodo di piena, l'impressionante rumore dei massi rotolati a valle.

Nel caso dei fiumi alpini la sabbia dura, portata in sospensione, ha poi l'altro grave e ben noto effetto di logorare rapidamente le turbine idrauliche. E' stata questa una ben dolorosa sorpresa per i primi impianti del genere, di una ventina d'anni or sono. Oggi il fatto è perfettamente noto, ma assai scarse sono, nella letteratura tecnica, le relative documentazioni quantitative, dato che, per un complesso di ragioni più o meno plausibili, industriali e costruttori preferiscono non parlare pubblicamente dei loro guai. Abbiamo perciò creduto interessante accogliere una nota dell'Ing. DUFOUR, recante i dati sperimentali ricavati in una centrale svizzera sul progressivo logoramento delle turbine e sulle sue conseguenze economiche per l'esercizio.

LA REDAZIONE.

PIANO DI ELETTRIFICAZIONE DELLA SICILIA

Ing. EMIRICO VISMARA

:: :: Comunicazione alla Seduta inaugurale :: ::
:: :: della XXVI Riunione Annuale in Sicilia :: ::

Ho esposto il «Piano di elettrificazione della Sicilia» in un congresso elettrotecnico a Roma nel 1907, quando era semplicemente un progetto, e ne ho parlato nel Congresso Geografico del 1910 a Palermo, quando già il programma era in via di attuazione e i primi impianti quasi ultimati.

Allora riuscì nuova la possibilità di impianti idro-elettrici di potenza considerevole in Sicilia, dove nella maggior parte dei corsi di acqua la portata estiva è ridotta quasi a zero, anche perchè molti di essi, prima di giungere alla regione costiera, si perdono per filtrazioni in terreni permeabili. Ad esempio per il Cassibile, corso d'acqua presso Siracusa, sul quale abbiamo costruito un impianto, nessuno credeva che vi fossero acque continue perchè nella plaga costiera verso la foce, la sola ben conosciuta di tutto il suo corso, non vi è traccia del fiume in molti mesi dell'anno. Così per l'impianto dell'Alto Belice presso Palermo, si eseguiscono opere dove attualmente il fiume d'estate non esiste. Eppure nel primo caso l'esperienza di molti anni di esercizio, e nell'altro il risultato di misure rigorosamente eseguite per diversi anni, danno la sicurezza di portate continue anche maggiori di quelle previste.

Del resto questo fenomeno di abbondanti portate continue in molti fiumi della Sicilia meravigliò noi stessi, l'Ing. Omodeo e me, quando per la prima volta visitammo l'interno dell'Isola per esaminare la possibilità di impianti idro-elettrici.

*

Se torno a parlare del *Piano di elettrificazione della Sicilia* è per accennare ad alcune varianti in confronto del programma originale.

Il programma esposto nel 1910 era basato sulla esecuzione di numerosi impianti idroelettrici possibili nell'Isola. Abbiamo continuato gli studi di questi progetti per diversi anni, studi che hanno confermato le nostre previsioni favorevoli. Ma lo sconvolgimento economico della guerra ha mutato, direi quasi, i parametri di ogni programma. Dove ieri bastava dieci, oggi occorre cento, e per i consumi e per le spese; un impianto di qualche migliaio di cavalli, che sembrava sufficiente al fabbisogno di una regione per molti anni, oggi non è più da prendersi in considerazione; opere che prima richiedevano somme limitate, oggi richiedono spese talmente considerevoli da non renderne conveniente l'esecuzione.

In quella comunicazione, in seguito ad uno studio di massima, accennavo alla possibilità di costruire in Sicilia diversi impianti di potenza media per circa 50 000 cavalli complessivamente, previsione confermata dagli studi ulteriori. Ma allora sembrava che 50 000 HP rispondessero al fabbisogno dell'Isola per un lungo periodo, mentre oggi siamo convinti che prima ancora di ultimare questi impianti, l'energia prodotta non sarebbe più sufficiente. D'altra parte dobbiamo considerare che oggi il costo degli impianti idroelettrici è fortemente aumentato; ed anche per il fatto che sono quasi sempre in località difficilmente accessibili, richiedono opere di cantiere e mezzi di trasporto, che ai prezzi odierni rendono gli impianti di potenza ridotta non più convenienti. (Poche volte si ha la fortuna di eseguire un impianto alle porte di una grande città, come nel caso dell'Alto Belice che stiamo costruendo a Palermo).

Direi quasi che per gli impianti idroelettrici in Italia si va acutizzando, dopo guerra, il fenomeno della grande industria: come questa

ha accentrato la produzione in opifici e in centri di importanza sempre maggiore, distruggendo la piccola industria, così per gli impianti idroelettrici si riconosce la necessità di accentrare la produzione in officine di grande potenza.

Degli impianti a serbatoio possibili in Sicilia alcuni sono ancora convenienti, specialmente quelli che abbiano il duplice reddito della forza motrice e dell'irrigazione (tipo impianto Alto Belice, impianto Simeto). E con un razionale progredire dell'agricoltura nell'Isola saranno convenienti anche impianti costruiti al solo scopo di irrigazione, nel qual caso la forza motrice ricavabile dovrà considerarsi quasi come un sotto-prodotto.

*

Per queste considerazioni, proseguendo nel programma di elettrificazione della Sicilia, abbiamo limitato gli impianti da costruire ai due dell'Alto Belice e del Simeto, abbandonando almeno per il momento gli altri progetti. Questi due impianti hanno come ho detto il duplice scopo della forza motrice e della irrigazione; inoltre l'impianto dell'Alto Belice presenta la condizione eccezionale di avere la centrale a soli 3 km da Palermo, ed anche l'impianto del Simeto è a pochi chilometri da Catania e dalla linea di trasporto già esistente; quindi entrambi hanno il vantaggio di aver ridotto a zero la spesa della linea di trasmissione.

Con questi due impianti avremo circa 70 milioni di kilowattora con la prima centrale sul Simeto, e 100 milioni con la seconda centrale, disponibilità che sarà sufficiente per qualche anno. Ma per risolvere in modo completo il problema di soddisfare ogni fabbisogno futuro dell'Isola abbiamo in programma il trasporto dell'energia della Sila, impianto in corso di esecuzione in Calabria, il quale rappresenterà per l'Italia Meridionale quasi un serbatoio di energia senza fine, potendosi con successive centrali raggiungere una produzione di circa un miliardo di kilowattora.

*

Col trasporto di energia della Sila il *Piano di elettrificazione della Sicilia* non viene sostanzialmente a modificarsi in confronto al piano eseguito fino ad oggi. Perchè questo venne studiato con criteri organici e razionali, tanto che nessuna delle opere costruite, anche di dettaglio, dovrà subire modifiche o diventerà inutile.

Gli impianti sono tracciati schematicamente nella pianta:

Nella zona orientale abbiamo tre centrali idroelettriche, due sull'Alcantara, una sul Cassibile; una linea a 40 000 V. di 270 km lungo tutta la costa, che trasporta l'energia nelle tre provincie di Catania, Messina e Siracusa. Vi sono circa 300 km di rete a 10 000 e 5000 V. per la distribuzione nelle diverse regioni.

Nella zona occidentale vi è una potente centrale termica a Palermo, che alimenta la città e parte della provincia, con una linea di trasporto di 140 km.

Gli impianti futuri comprendono:

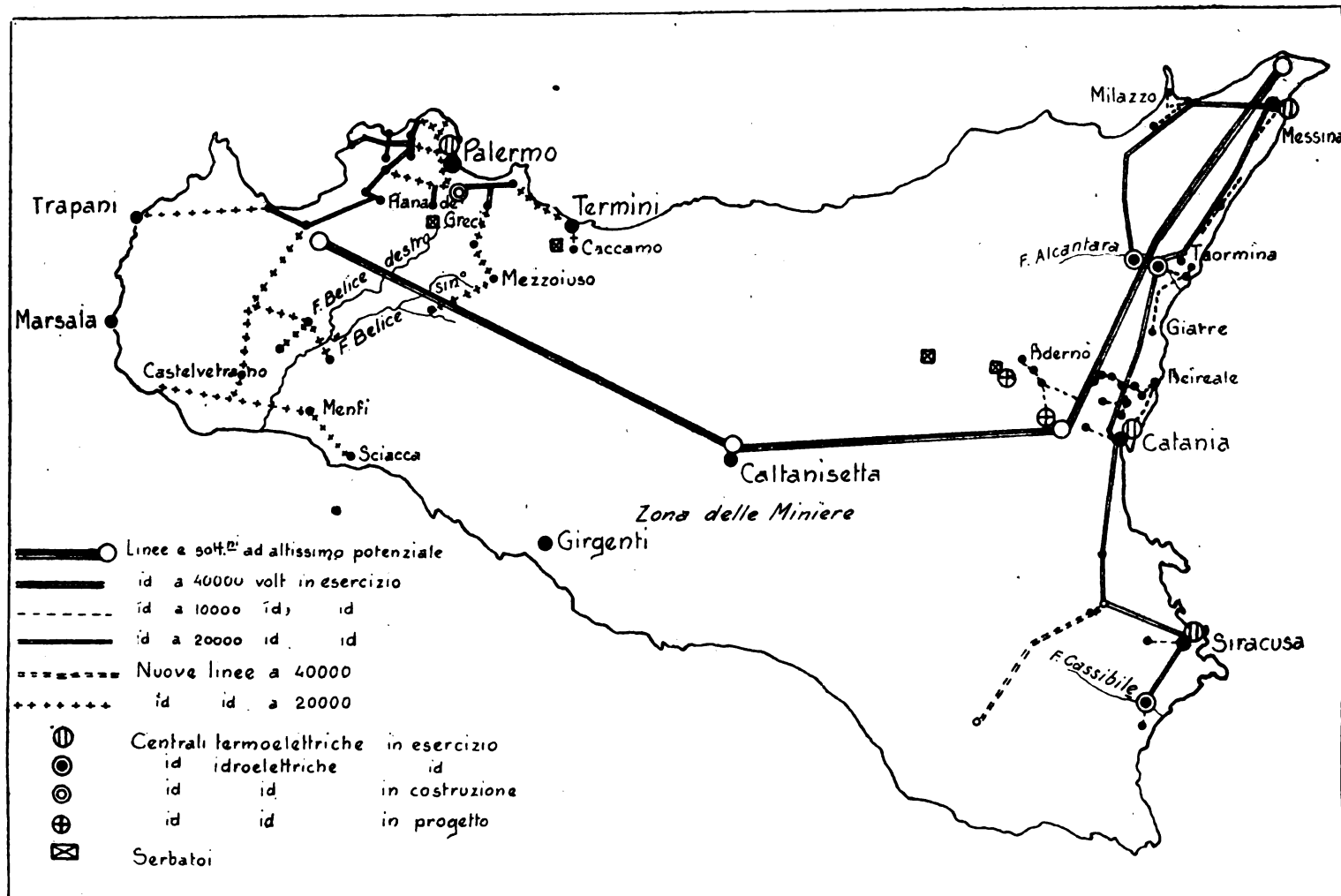
l'impianto dell'Alto Belice, già quasi ultimato, l'impianto del Simeto, e la linea di trasporto della Sila. Questa linea, ad una tensione nell'ordine del 100 000 V., giungendo a Messina scenderà verso Catania, dove avremo il baricentro della zona orientale; seguirà poi la dorsale dell'Isola per giungere alla regione delle miniere di zolfo, dove avremo un baricentro per la zona centrale e meridionale; e avrà termine nelle vicinanze di Palermo, dove avremo il baricentro della zona occidentale. Ridurremo così al minimo le stazioni di trasformazione ad altissimo potenziale per il loro costo elevato.

Le attuali linee a 40 000 V. ed altre future serviranno a collegare gli impianti della Sicilia con quelli della Sila e a distribuire l'energia nelle diverse zone.

*

Il collegamento degli impianti a serbatoio della Sicilia con quelli della Sila, oltre a dare una forte disponibilità di energia all'Isola, avrà il grandissimo vantaggio di rendere possibile un miglior sfruttamento degli impianti di Sicilia per lo scopo della irrigazione, adottando speciali criteri nello studio e nell'esercizio degli impianti. E' noto che i fiumi dell'Italia meridionale hanno magre estive, cioè quando l'agricoltura ha maggior bisogno di acqua; e come ho detto gli impianti Simeto e Alto Belice hanno anche lo scopo di restituire acqua per irrigazione. Giacchè il progetto del Simeto è collegato alla bonifica ed irrigazione della Piana di Catania, zona di terreno di circa 50 000 ettari fra le più fertili del mondo quando sarà irrigato, dove sono possibili le coltivazioni più redditizie; e l'impianto dell'Alto Belice aumenterà le disponibilità d'acqua per irrigare la pianura così detta Conca d'Oro, una delle più belle e più ricche coltivazioni di agrumi.

Se questi impianti, come altri da costruirsi eventualmente, saranno collegati col serbatoio di energia della Sila, si potrà ridurre il loro

Schema della distribuzione di energia elettrica in Sicilia.

funzionamento durante l'inverno, trasportando in quella stagione una maggior quantità di energia dalla Calabria, e utilizzare così quasi tutta la portata nei mesi estivi, aumentando la disponibilità di acque per irrigazione. La portata continua dei due impianti Simeto e Alto Belice sarà di circa 16 metri cubi al secondo. Se con questo funzionamento prevalentemente estivo potremo avere una maggior disponibilità anche di soli 10 metri cubi di acqua per irrigazione, potremo irrigare 20 mila ettari in più, giacchè si calcola sufficiente mezzo litro di acqua continua per ettaro. E quando si pensi che un ettaro di terreno di quelle regioni senza irrigazione vale intorno alle mille lire, mentre con una irrigazione regolare può valere 20 000 lire ed anche più, si comprende il grande valore che ha questo collegamento di impianti.

Se il trasporto dell'energia della Sila in Sicilia ha questa importanza per il problema irriguo, è poi difficile prevedere e tradurre in cifre i benefici che avrà l'Isola dalla disponibilità di così forti quantitativi di energia. Perchè l'energia della Sila, data la potenzialità e le caratteristiche dell'impianto, avrà un costo ridotto, anche trasportata a grandi distanze. Giacchè oggi, col forte onere delle spese fisse di esercizio di ogni impianto di distribuzione, soltanto distribuendo ingenti quantità di energia si può portarla all'utente ad un costo basso.

L'avvenire economico dell'Italia, e specialmente dell'Italia Meridionale, è basato sull'agricoltura e più ancora sulle industrie agricole; e per il loro sviluppo sarà un grande fattore la disponibilità di energia in abbondanza e a basso prezzo.

Di precipua importanza per la Sicilia è inoltre la possibilità di una larghissima applicazione per il sollevamento di acqua dal sottosuolo per uso irriguo a mezzo di elettro-pompe, giacchè nella zona costiera l'acqua delle abbondanti precipitazioni atmosferiche assorbite dai terreni permeabili, incontrando la contro-pressione idrostatica marina, forma un importante strato acquifero nel sottosuolo. Il sollevamento di quest'acqua a scopo di irrigazione è già abbastanza sfruttato a mezzo di impianti a vapore; ma questi hanno un costo e per installazione e per esercizio molto rilevante in confronto al costo degli impianti di elettropompe, i quali hanno per di più il vantaggio di essere convenienti anche se di piccola potenza e frazionati.

Con una larga ed estesa diffusione in tutta l'Isola di questi impianti di elettropompe, facilitata dalla disponibilità di forti quantità di energia in ogni regione, si potrà aumentare in proporzione considerevole il terreno irrigato della zona costiera, dove disponendo di acqua sono possibili coltivazioni ad altissimo reddito ed in tal modo si accrescerà in forte misura il patrimonio immobiliare dell'Isola.

Altro grande beneficio di una simile disponibilità di energia sarà quello di poter dotare abbondantemente con mezzi meccanici moderni l'industria zolfifera, che oggi è ancora condotta nella maggior parte dei casi in modo così primitivo, mentre è tanto minacciata dalla concorrenza americana dove ogni industria è gestita coi metodi più perfezionati della tecnica. Accennavo in altra comunicazione che il problema zolfifero della Sicilia è un problema di legislazione e di forza motrice. Il primo deve risolverlo lo Stato; per il secondo basterà accennare che oggi in alcune miniere il costo dell'energia raggiunge la cifra di quasi cinque lire per kWh.

★

Il trasporto dell'energia della Sila viene a sospendere la esecuzione di altri impianti a serbatoio che avevamo in programma. Ma sono d'avviso che convenga non abbandonare lo studio di questi impianti, consistenti principalmente nella raccolta di dati metereologici e nella misura delle portate dei corsi d'acqua. Ritengo tanto importante la cosa che converrebbe un interessamento dello Stato a questi studi. In Sicilia abbiamo precipitazioni atmosferiche, specialmente in alcune zone, abbondanti e di poco inferiori a quelle del nord d'Italia; il problema è di irregimentare quest'acqua in modo che essa sia per quanto possibile apportatrice di benefici, mentre oggi nella maggior parte dei casi reca danni sotto forma di alluvioni e di torrenti impetuosi.

Abbiamo in corso di studio serbatoi sul San Leonardo, sul Sosio, sull'Alcantara, sul Biviere, sul fiume di Corleone; so di studi di altri serbatoi non eseguiti da noi. Se oggi questi impianti non sono giudicati convenienti allo scopo di creare forza motrice, specialmente data la possibilità di avere energia da un impianto come quello della Sila, può darsi che in un prossimo avvenire essi diventino convenienti anche per il solo scopo di creare acqua per l'irrigazione.

★

Questo programma complesso ed organico che ho brevemente riassunto, frutto di quasi quindici anni di studio, non è soltanto un piano di elettrificazione, ma è un *vasto piano di bonifica* nel senso più comprensivo della parola, direi quasi di *rigenerazione* del Mezzogiorno, in questo Mezzogiorno dove l'Italia ha una fonte di ricchezza inestimabile allo stato potenziale.

★

Chiudo coll'augurio di ritrovarci in questa città il giorno in cui la prima lampada, il primo motore saranno alimentati con l'energia della Sila. Questo impianto sarà collegato con altri di Napoli, dove già oggi arriva l'energia da officine dell'Italia Centrale. Queste se si realizzeranno come è probabile progetti già studiati, saranno quel giorno collegate cogli impianti della Val d'Aosta, dell'Adamello, del Trentino. Ed allora un medesimo ritmo di energia e di lavoro pulserà attraverso tutto il Paese, portandolo presto a quella floridezza a cui è indubbiamente destinato.

SULL'IMPIANTO IDROELETTRICO DELL'ALTO BELICE

Ing. E. DRAGO

:: :: :: Discorso alla Seduta inaugurale :: :: ::
:: :: della XXVI Riunione Annuale in Sicilia :: ::

Eccellenza, Signor Presidente, Signore, Signori,

Ho avuto l'onorevole incarico di illustrarvi sommariamente l'impianto idroelettrico palermitano che è in corso di esecuzione, e mi fo ad assolverlo timoroso ma pur con lieto animo di parlare a sì alto Consesso, e ancor più lieto per la presenza dell'illustre scienziato che regge la P. I., e che da questa città spiccò il suo volo d'aquila, poichè il progetto dell'Alto Belice com'ei degnava ricordarmi iersera, egli tenne a battesimo, ancor prima che da Presidente del C. S. delle acque, da amorevole animatore, onorandomi or sono quasi cinque anni di una visita locale, incoraggiandomi ad aver fede nella realizzazione; lieto ancora di salutare, coi nobili uomini che onorano la tecnica e la scienza, nel nostro amato Presidente l'antico condiscepolo, astro fulgidissimo d'una fulgida costellazione scolastica di questa Scuola di applicazione nei tempi, ahimè lontani, della nostra giovinezza.

★

La costruzione di laghi artificiali dipende da numerose condizioni topografiche, altimetriche, geognostiche, meteorologiche, economiche..., che, specialmente nel caso di sviluppo di forza motrice rendono la possibilità di tali costruzioni molto ma molto più rara e difficile di quel che la facile fantasia degli improvvisati innovatori di questi ultimi tempi non abbia fatto immaginare.

L'impianto dell'Alto Belice alla cui scelta sono addivenuto dopo raffronti fra tutti questi vari gruppi di condizioni, fatti durante molti anni di visite, compiute in tutti i bacini idrografici presumibilmente utilizzabili per la parte occidentale della Sicilia e per la città di Palermo in ispecie, è una chiara riprova delle gravi difficoltà che ho testè affermato, poichè, malgrado alcune condizioni eccezionalmente favorevoli che ne fanno un impianto affatto singolare nelle sue caratteristiche, le difficoltà costruttive e sopra tutto il costo elevato rendono assai pensosi circa la possibilità di moltiplicare imprese siffatte.

Io debbo illustrare i criteri che mi hanno condotto a prescegliere la utilizzazione dell'Alto Belice con derivazione avviata sulla pianura palermitana, epperò mi sia consentito di ricordare preliminarmente quei criteri generici fondamentali dai quali i criteri specifici e sperimentali debbono trarre origine.

Un serbatoio per sola irrigazione è, in genere, di molto più facile progettazione che un serbatoio ad uso di forza motrice, o, come il nostro, ad uso doppio: nel primo, infatti, importa più la *portata* che il *carico*, ed essendo quasi generalmente i terreni da irrigare in pianura o vallata a basse ondulazioni collinose, si può costruire il serbatoio ad una quota abbastanza bassa che permetta di poter disporre di un grande bacino imbrifero alimentatore, e col vantaggio altresì di minor lunghezza del canale di derivazione, e, per lo più, di favorevoli condizioni idrogeologiche.

Ma quando dobbiamo fabbricare quel singolare prodotto che è il kilowattora, la materia prima «*portata*» non basta, e ne occorre un'altra, il «*carico*» che c'impone ben laboriose ricerche a tipo eliminatorio, prima di ottenere un risultato praticamente degno di attuazione. La ricerca della maggior portata ci spinge in basso nelle valli, la ricerca del maggior carico ci risospinge in alto, e non vi è teorema di prodotto rettangolare che possa darci il prodotto massimo dei due fattori risolvendo il loro contrasto, ma vi è solo volta per volta la giusta contemperanza delle due materie prime fra loro e con tutte le

altre condizioni necessarie: natura dei terreni e delle rocce, stretta con fondo e spalle adatte alla impostazione della diga, espropriazione dei terreni ed eventualmente di fabbricati che non superi un determinato limite di convenienza economica, lunghezze dei canali, gallerie e tubazioni che rientrino in convenienti limiti, lunghezza della condotta elettrica di trasmissione, ecc.

Alle quali condizioni due altre se ne aggiunsero per l'industria palermitana che mi commise nel primo periodo della guerra lo studio del progetto e per la Società Generale Elettrica della Sicilia che subentrò agli iniziatori (è doveroso ricordare il benemerito Comm. Giulio Lecerf per la sua fede nel successo e il suo disinteresse): la condizione, dicevo, della massima rapidità possibile nella costruzione e la condizione della minima lunghezza di linee elettriche per le difficoltà a tutti note e in qualche periodo di tempo addirittura insuperabili, di avere materiali metallici e isolatori.

Quest'ultima condizione è stata soddisfatta in modo da costituire una caratteristica nonchè singolare, unica, dell'impianto idroelettrico palermitano, non essendovi, credo, alcun'altra grande Centrale idroelettrica per la quale il problema del trasporto sia stato risolto per così dire dalla stessa acqua e non dal rame, poichè si arriva al centro di utilizzazione in condotta idraulica e non elettrica ed è perciò soppresso il triplice ciclo: sovraelevazione di tensione, linea di trasporto ad alta tensione, trasformazione successiva. L'alimentazione è fatta direttamente dagli alternatori senza trasformazioni trovandosi la Centrale alle porte della città la quale assorbe il grosso della produzione elettrica, e l'assorbirà interamente fra non guari.

Alla grandissima importanza di siffatta caratteristica, sia in sede di spesa d'impianto che in sede di esercizio per il risparmio delle perdite di due trasformazioni e di un lungo trasporto, nonchè delle manutenzioni correlative, si aggiunge quella dell'unità di direzione nella produzione e nell'utilizzazione: il vantaggio di una Centrale alle porte della città è inestimabile non solo per l'unità di direzione ma per un complesso di motivi pratici che solo i direttori di esercizi elettrici possono apprezzare al giusto valore.

Gli altri impianti che erano stati proposti per Palermo avrebbero avuto le Centrali a distanza, in linea elettrica, da un minimo di 35 km circa (S. Leonardo) fino a 75 km (Sosio), e dippiù per altri impianti, mentre nel caso nostro a poco più di 3 km dalla Centrale abbiamo i trasformatori di città.

*

Fra i bacini idrografici dell'Appennino quelli della Sicilia Settentrionale hanno un carattere che li distingue della maggior parte di quelli continentali: la catena montuosa, di altezza rilevante (raggiunge nelle Caronie e nelle Madonie quasi i 2000 metri) corre parallelamente alla costa a breve distanza da essa; ciò determina meteorologicamente improvvise condensazioni, d'altronde caratteristiche del clima tirreno e, idrologicamente, altrettanto improvvisi smaltimenti delle precipitazioni per i rapidissimi torrenti fra i monti e il mare vicino.

Questo carattere di improvvisità e rapidità nelle piogge e di improvvisità e rapidità e ripidità nel loro smaltimento superficiale ha un riscontro geologico nel denudamento delle rocce antiche (cristallino nel Messinese, calcare secondario nel Palermitano) che emergono per così dire anch'esse improvvise dalle bassure alluvionali o dalle formazioni quaternarie o terziarie tutte a quota bassa, e delle quali soltanto il miocene e l'eocene che qua e là appariscono ma a radi intervalli, consentirebbero degl'invasamenti, essendo tutto il resto di queste singolari vallate costituito da alluvioni recenti o da tufi pliocenici e quaternari.

Il fiume S. Leonardo sul quale l'Ing. Omodeo aveva studiato un impianto, per quanto sia il più adatto o il meno inadatto ad una utilizzazione idroelettrica, non dà la possibilità di essere sbarrato che alla quota 140 circa; il Pollina che io ho studiato da lunghi anni con speciale amore non dà adattabili soluzioni che tra la quota 100 e la quota 200 all'incirca. Tutto all'opposto avviene nel versante meridionale dell'isola: alle ripidissime pendenze settentrionali fanno riscontro pendenze degradanti fino al Mare africano su percorsi di rilevante lunghezza che attraversano il grande manto terziario che copre la più grande parte della superficie; le precipitazioni, meno quelle vicine allo spartiacque, che originano dal clima tirreno, sono molto inferiori, (la differenza che si osserva sull'Appennino fra il clima tirreno e il clima jonico-africano) ond'è che qualsiasi utilizzazione nella regione meridionale ha questo quadruplice carattere: grande superficie d'invasamento, rilevante lunghezza di canali, piccolo dislivello utilizzabile e infine lunga trasmissione elettrica in direzione contrapposta alla derivazione d'acqua. Queste condizioni, che son proprie, del resto, d'un paese senza altipiani, e che non bisogna però considerare che con criteri di larga massima, mi han fatto pensare alla possibilità di avere l'invasamento a Sud e la utilizzazione a Nord con una derivazione attraversante lo spartiacque.

Il nostro spirito ha una tendenza non so se più istintiva o culturale alle generalizzazioni, ciò che dallo sperimentalismo o fa ascendere al sistema o fa trascendere all'aberrazione scientifica come farebbero dubitare recenti audaci enunciazioni; ma non mi sono concesse divagazioni filosofiche, nè son da tanto, e mi limito non ad affermare *la* soluzione ma a designare *una* soluzione.

Certo egli è che chi si sofferma a guardare la meravigliosa pianura palermitana che arriva appena alla quota di cento metri, dalla quale si erge improvvisa e imponente la corona montuosa che attinge rapidamente delle quote che superano in due punti i mille metri sul mare, con pendii assolutamente ideali per condotte forzate, non può sottrarsi, se compreso di questo massimo fra i problemi moderni che è il problema idroelettrico, al fascino, vorrei dire, alla ossessione di creare alle spalle di questi monti alla maggiore altezza possibile, delle masse d'acqua destinate ad attraversare questo estremo spartiacque per fornirci qui presso e non lungi la caduta creatrice di forza, quì dove a questa privilegiata condizione topografica, si aggiunge il grande centro di utilizzazione, la grande città di più che 400 000 abitanti da elettrificare e la grande pianura circostante ad essa da irrigare.

Dal piroscafo in arrivo avete visto certamente il bel rettifilo della nostra condotta forzata che s'alza ripido in linea di massimo pendio e prosegue dentro la roccia fino al pozzo piezometrico che attinge la cima del monte.

La condotta risale in galleria forzata fino alla camera di carico alla quota di 581 a ridosso del monte.

La camera di carico costituisce una singolarità assai favorevole di questo impianto: essa è ottenuta dallo sbarramento di una depressione detta Portella di S. Salvatore (presso che al termine di esecuzione) della capacità di circa 54 000 m³ che corrispondono per la caduta di 480 m a circa altrettante chilowattore. Questa camera di carico realizza per così dire il paradosso dell'accumulatore per corrente alternata poichè funziona come una grandiosa batteria di accumulatori dell'impianto palermitano, batteria ottenuta senza convertitori rotanti e col rendimento del 100%. La immissione, infatti, dell'acqua nella condotta forzata, vien fatta a seconda della richiesta di erogazione elettrica, e la cospicua capacità della camera di carico consente di fornire tutta l'energia corrispondente alla capacità stessa senza tener conto, per ipotesi di arresto della derivazione del lago, dell'acqua sopravveniente; e cioè, il funzionamento a carico massimo di tutti i 4 gruppi installati per tre ore, ciò che corrisponde al consumo attuale di quasi due giorni.

L'acqua arriva alla camera di carico per un canale della portata di due m³ della lunghezza di km 13.380 di cui 5.800 in galleria, che attraversa lo spartiacque principale dell'isola pervenendo allo sbocco (io ho seguito il diagramma alla rovescia, e dovrei dire l'imbocco, della galleria più lunga) alla quota 598 mentre il pelo massimo è (per ora, giacchè io ne desidero una lieve sovraelevazione) alla quota 610, a un chilometro dal detto spartiacque, in orizzontale, e trenta metri in verticale, essendo ivi lo spartiacque in depressione.

Ho già detto ampiamente della caratteristica di quest'impianto di avere l'invasamento a sud e la caduta a nord dello spartiacque principale, caratteristica che si può riassumere nella formola paradossale: *derivazione a monte*.

Mi limito con assoluto proposito di sobrietà alle caratteristiche principali del serbatoio, la più singolare delle quali è appunto la derivazione a monte: il profilo di una derivazione normale con o senza serbatoio è dato infatti a partire dalla presa da una linea sovrastante all'alveo del fiume, ma diretta nello stesso senso da monte a valle per realizzare la caduta nella valle al punto di conveniente dislivello. Nel nostro caso invece si va in direzione opposta e si attraversa lo spartiacque più a monte.

*

Il serbatoio raccoglie le acque di un bacino imbrifero che misurato per intero, cioè all'inizio della forza dell'Hone, è di quasi 39 km² nonchè quelle di un bacino imbrifero contiguo di km² 3 1/2 che vi saranno immesse con una breve galleria, mentre altre acque di un terzo bacino imbrifero contiguo saranno immesse con pompe a prevalenza di 15 metri nel canale. Questo terzo bacino imbrifero che è il più a nord è di natura perfettamente carsica e non si può fare assegnamento che sulle precipitazioni temporalesche; esso, difatti, non ha emissario superficiale, ma due inghiottitoi capaci di smaltire tutte le acque che si raccolgono nella parte pianeggiante da ben 18 km² circa di bacino imbrifero, inghiottitoi — *zubbj* con termine arabo - siculo — che saranno chiusi per usufruire di tutte le acque non assorbite dal bacino carsico, e che verranno immesse nel canale. Le fenditure del calcare nella parte alta di questo bacino imbrifero sono singolarissime per la loro ampiezza e verticalità: in certi punti sono vere e proprie voragini.

Il lago sommerge una grande conca che dà il nome per la sua conformazione al vicino Comune di Piana dei Greci, antica colonia

albanese che conserva intatti i costumi e la lingua dei fondatori come il vicino paese di S. Cristina Gela.

La superficie del lago alla quota 610 è di m² 3 200 000, ma intorno ad esso per 2 a 4 metri in altezza e poi ancora in gran parte per 10 altri metri in larghezza, vi è, per buona precauzione, una fascia di terreno con la quale la occupazione complessiva sorpassa i 370 ettari.

La zona sommersa e la più gran parte — più di due terzi — del bacino imbrifero è costituita da argille e da scisti dell'eocene, ciò che garantisce non solo la assoluta tenuta del lago, ma la impermeabilità di grandissima parte del bacino imbrifero, mentre la parte superiore dove emergono in aspre formazioni montuose i calcari secondari sono così acclivi che le acque di precipitazione non hanno il tempo di indugiarvisi.

La conca di Piana dei Greci è di singolarissima, affatto eccezionale, conformazione. E' circondata da una corona *chiusa* di aspri monti che vanno fino a 1300 metri di altezza, che le dànno una configurazione affatto simile a quella dei laghi alpini. Corona chiusa, ho detto per meglio raffigurarne l'aspetto e la origine, ma a sud le acque per azione fisico-chimica han prodotto nei calcari un'aspra e stretta fenditura che nella parte più a valle è fra due profonde pareti a picco: precipizio di orrida bellezza detto con parola albanese, impropriamente estesa alla parte alta del fiume, « *Hône* ».

Può dirsi che sbarrandola non si è violata ma ricostituita la natura.

La penisola calcare del secondario — giurese — che è nella parte a valle, è emersa imponente al Monte della Cometa, degradante dal lato opposto verso Nord-Est dalle formazioni superiori: il cretacico (inferiore medio e superiore) che la fiancheggia con brevi fasce messe in evidenza dal prof. Dal Piaz in seguito a saggi diligenti fatti con più che trenta fra pozzi e cunicoli, e la estesa sinclinale eocenica che domina in tutta la regione e che rappresentò la condizione precipua della scelta di questa utilizzazione.

Le favorevoli condizioni locali mi consigliarono, dirò così di prima intenzione, la diga a scogliera che era ancora cinque anni fa, articolo di moda.

Gli studi posteriormente eseguiti, anco comparativamente fra i varî tipi adottabili, dall'ing. Mangiagalli, han portato all'adozione di una diga a muratura a secco che sarà illustrata con paterno amore dal collega Mangiagalli e che rappresenta, per così dire, un tipo intermedio fra le dighe a scogliera e le dighe in muratura.

Essa è impostata al limite fra la grande formazione eocenica della Conca di Piana dei Greci e la fascia di calcare cretacico, ma il prof. Dal Piaz aveva ammesso la possibilità di impostarla anco più a valle nel cretacico medio.

Dirò poche parole sulle precipitazioni in questa regione. Sotto l'aspetto meteorologico la corona montuosa fenduta dalla forra dell'Hône può considerarsi continua, e mentre idrograficamente lo spartiacque comincia a 5 km più a Nord, meteorologicamente può considerarsi spartiacque fra la Sicilia settentrionale e la meridionale la stessa corona montuosa: insomma dal punto di vista climatologico siamo sul versante del tirreno e non sul versante meridionale dell'isola. Data questa esposizione, data l'altezza notevole dei monti, era presumibile, in mancanza di misurazioni pluviometriche della regione, che lo studio delle precipitazioni avrebbe dato risultati confortanti per la utilizzazione.

La stazione meteorologica della città di Palermo che si trova alla quota 71 sul mare, dista dai monti del bacino imbrifero di Piana dei Greci in linea retta da 8 a 16 km. La media del quarantennio anteriore al 1916 è, alla detta Stazione, di 750 mm circa, ed era quindi presumibile una quantità di pioggia molto superiore nel bacino più a monte. I dati raccolti dal 1° agosto 1920 al 31 luglio 1921 nel bacino imbrifero di Piana dei Greci ci dànno una precipitazione all'incirca doppia.

Su tutti i tre bacini imbriferi utilizzati che sono complessivamente 60 km² può valutarsi una precipitazione media, in corrispondenza dei 750 mm della pianura palermitana, di almeno mille mm, ma i coefficienti di scolo sono ben diversi, e mentre essi sono alti nei due bacini di Piana e S. Cristina che alimentano il lago artificiale, il coefficiente di scolo nel bacino del Pianetto è molto basso. Quello da me adottato in base a criterî affatto comparativi è stato confermato dai risultati.

Le letture dei tre soli pluviometri e dei tre idrometri installati da due anni nella regione non sono sufficienti per formarsi un'idea esatta delle precipitazioni e dei coefficienti di scolo; ai fini della nostra rapida relazione basta fermare l'attenzione su due punti; frequenza di precipitazioni temporalesche, (memorabile il temporale dell'agosto 1914 che travolse nell'abitato di Piana dei Greci uomini e animali e case, memorabile quello che si abbattè il 15 novembre 1920 sulla vicina Misilmeri facendo 12 vittime umane e diede allo stramazzo della diga in un sol giorno, anzi in poche ore, m³ 2 570 000 sopra 39 km² cioè 66 litri per m² di scolo che con un coefficiente di scolo immediato del 55% corrispondono a mm 120. Questa cifra è stata molte volte superata. Senza ricordare i memorabili temporali di Riposto circa 40 anni fa (470 mm d'acqua in un giorno) e di Messina (250) le piogge superanti i cento mm nello spazio di alquante ore avvengono nei monti palermitani con relativa frequenza.

Queste precipitazioni sono in parte assorbite nella zona più montuosa di calcare fessurato e vengono restituite in parte — si son contate più di cento sorgentuole nel solo bacino imbrifero di Piana dei Greci — mentre un'altra parte e per il terzo bacino, quello carsico, la maggior parte, vanno ad alimentare per circolazione sotterranea, lontane sorgenti.

Se si rimboschissero fittamente tutte le balze montuose di calcare fessurato occludendo anche con lutazioni o cementazioni i meati più notevoli, è certo che il coefficiente di scolo rialzerebbe notevolmente anche nel bacino a tipo carsico.

Comunque nei due bacini alimentatori del lago esso può ritenersi del 65% tra un massimo dell'83% in dicembre 1920 e un minimo del 0,48 in marzo 1921, le acque scorrenti nel periodo estivo integrandolo per tardiva restituzione di anteriori precipitazioni.

Normalmente credo che possa calcolarsi l'acqua cadente sui tre bacini — 60 km² circa — mille mm, cioè 60 milioni di m³ di cui soltanto nei 42 km² dei due bacini alimentatori del serbatoio, 42 milioni, che col coefficiente di scolo del 65% possono fornire 27 milioni e un terzo di m³ utilizzabili ai quali aggiungendo le acque ricavabili dal 3° bacino si può arrivare a 28 o 29 milioni di m³: che se tutti utilizzati, rappresentano altrettante chilowattore ponendo con sufficiente approssimazione il consueto riferimento di un chilowattora alla Centrale per metro cubo e per 500 m di caduta. L'acqua piovuta in quest'anno dal 1° novembre 1920 al 31 luglio 1921, cioè in nove mesi è di mm 1182; il massimo è 320 mm in novembre, il minimo 50 mm in maggio. Il deflusso corrispondente misurato ai due stramazzi nei nove mesi suddetti è di m³ 24 196 652, ciò che corrisponderebbe a un coefficiente di scolo di quasi 0,50, inferiore, cioè, a quello, constatato in più largo periodo, di 0,65.

I risultati, dunque, sono confortanti. Calcolata la portata modulare media annuale in 900 litri secondo si hanno 5760 HP nominali. Dato il tipo dell'impianto che dovrà essere di compensazione e di integrazione degli altri impianti esistenti e da fare, con particolare destinazione alle punte dei consumi, io manifesto la mia personale opinione che sia conveniente attenersi non dirò alle precipitazioni eccezionali ma nemmeno alle medie, alla utilità, cioè di non disperdere le precipitazioni superiori alle medie.

Con altri due metri di elevazione della diga (per una elevazione limitata a due metri non vi sono rilevanti difficoltà) si possono invasare altri sette milioni di m³.

Il serbatoio alla quota 610 invasa circa 24 milioni di m³ di cui 8 circa sono al di sotto della presa. E' questa una delle caratteristiche più notevoli dell'opera: la garanzia che può considerarsi indefinita contro gli effetti dei depositi delle torbide; non solo vi è una capacità grandissima al disotto della presa, mentre altronde la diga ha uno scarico di fondo, ma la natura del bacino imbrifero esclude assolutamente la possibilità di interrimenti sensibili poichè l'acqua arriva al serbatoio senza trascinare materie di deposito.

★

Così esposti i criterî che consigliarono l'adozione di questo impianto e le sue caratteristiche principali, sentirei di non corrispondere interamente ai fini del congresso se non aggiungessi una osservazione. Un congresso di tecnici si aduna per fare il bilancio consuntivo tecnico e morale dei lavori compiuti nel periodo anteriore, e un bilancio preventivo fatto di buoni propositi per l'avvenire.

Ma assai più che al tecnico, al legislatore vanno rivolte le conclusioni e gli ammaestramenti che possono trarsi dall'esperienza delle opere compiute o in corso di esecuzione.

E questo impianto dell'Alto Belice e tutti gli altri impianti in corso di esecuzione o di elaborazione dimostrano che, esaurite ormai pressochè tutte le facili utilizzazioni idrauliche, le men facili, le difficili che per giunta cadono nel periodo degli alti costi, sono affrontabili soltanto a condizione che una vigorosa e sopra tutto *sincera* legislazione idroelettrica s'instauri, che esca dalle titubanze e dalle contraddizioni recenti e presenti.

A tal fine occorre una collaborazione più diretta della nostra Associazione al lavoro legislativo.

Io ricordo con soddisfazione di avere fin dal 1913 al principio della XXIV legislatura, quale membro e segretario della Commissione parlamentare per il disegno di legge sui laghi e serbatoi artificiali, operato in tal senso e di essermi reso interprete dei voti espressi dalla A. E. I. fondendoli col mio contro-progetto. Se i miei sforzi furono allora solo in parte coronati da successo con l'accoglimento di alcune modifiche, il principio di una intima collaborazione fra l'Associazione e il potere legislativo ebbe fin d'allora un inizio di attuazione che io auguro possa avere più larga e attiva sperimentazione nell'avvenire.

Se allora la Camera non potè discutere il disegno di legge si fu forse perchè mancò una vigorosa spinta dall'esterno e coloro che sospingevano all'interno da solitari si trovarono di fronte a inverosimili resistenze burocratiche.

Recentemente un'alta personalità qui presente ebbe a narrarmi la storia di un provvedimento legislativo che voluto alla quasi unanimità dalla Commissione permanente che lo aveva liberato, voluto dalla Commissione del Senato che lo fece proprio, fu dal Ministero, o per dir meglio dal funzionario del ramo, ostinatamente respinto, cosicchè il Ministero lo ha rimandato novellamente alla Commissione del Senato.

Questi due sobrî episodî dimostrano quale utilità possa avere la formazione di una coscienza pubblica e la collaborazione delle classi interessate o competenti nella soluzione di problemi che sono ormai i problemi capitali dell'Italia che risorge.

Lo sforzo che va compiendo la nostra generazione per dotare le venture di un cospicuo patrimonio idroelettrico dev'essere validamente sorretto — con ausilio vigoroso e sincero, non frustrato da intollerate ingerenze tormentatrici dell'industria — dallo Stato, che riassume non soltanto nei termini del confine geografico ma nei termini sconfinati del tempo, le generazioni tutte della nostra gente, della Patria.

IL LOGORIO DELLE TURBINE E IL RENDIMENTO DELLA CENTRALE IDROELETTRICA DI MASSABODEN

Ing. H. DUFOUR

I lettori de *L'Elettrotecnica* sono già stati intrattenuti sull'argomento del logorio delle turbine idrauliche e dei mezzi per porvi rimedio. Una delle conseguenze più gravi di questo logorio, che si verifica in ogni tipo di turbina e con qualsiasi portata, è la sua influenza a svantaggio dei rendimenti.

Osservando la questione da vicino, abbiamo potuto verificare che in qualche centrale l'energia disponibile ai morsetti dei gruppi generatori, espressa in kWh-annui ad es., era del 5, 10, 20% ed anche più, inferiore a quella che si sarebbe ottenuta colle stesse macchine, nuove.

Si tratta di un coefficiente di utilizzazione delle forze idrauliche suscettibile di grandi perfezionamenti, nell'interesse generale.

Anzitutto sarebbero necessarie visite frequenti al macchinario, confronti periodici dei rendimenti effettivi delle turbine, considerati separatamente o, se ciò non è possibile, di tutta la centrale.

Come ci proponiamo di dimostrare più avanti con un esempio, i risultati di tali verifiche saranno spesso sorprendenti e tali da giustificare una riparazione immediata alle turbine e provvedimenti efficaci per l'avvenire.

★

Grazie alla cortesia del « Servizio Trazione delle Ferrovie federate » di Losanna, al quale esprimiamo i nostri vivi ringraziamenti, siamo oggi in grado di comunicare i risultati delle esperienze fatte recentemente sulle turbine della Centrale di Massaboden che fornisce energia per la trazione elettrica nelle gallerie del Sempione e sulla linea Briga-Sion. Ci sembra che questi risultati presentino un interesse particolare perchè ottenuti con turbine affatto moderne, di primissima marca; esse lavorano con una caduta lorda di soli 45 metri; l'acqua che le aziona attraversa un grande bacino di decantazione, tipo comune, senza spurgo automatico. Le esperienze sono state fatte con tutta la precisione desiderabile in simili casi.

Ad ovviare ripetizioni, ci permettiamo di rinviare il lettore alle ottime pubblicazioni esistenti sulla Centrale di Massaboden [1] e diremo soltanto che la sua erogazione è limitata dal canale di arrivo in cemento armato, a circa 6 m^3 al secondo (netti) e, in tempo di magra, scende poco al disotto di 5 m^3/s. netti. Per compensare le variazioni di carico derivanti dalla trazione elettrica, la centrale è dotata di un serbatoio di 8000 m^3 di capacità.

Il macchinario della centrale è costituito da due gruppi generatori N. I e II, di una potenza di 2600 kW ciascuno, per corrente trifase a 16 e 2/3 periodi, e di un terzo gruppo N. III azionato da una turbina identica a quelle dei gruppi I e II che, durante le ore di basso carico della trazione, genera corrente trifase a 50 periodi, la quale viene utilizzata da un'industria elettrochimica.

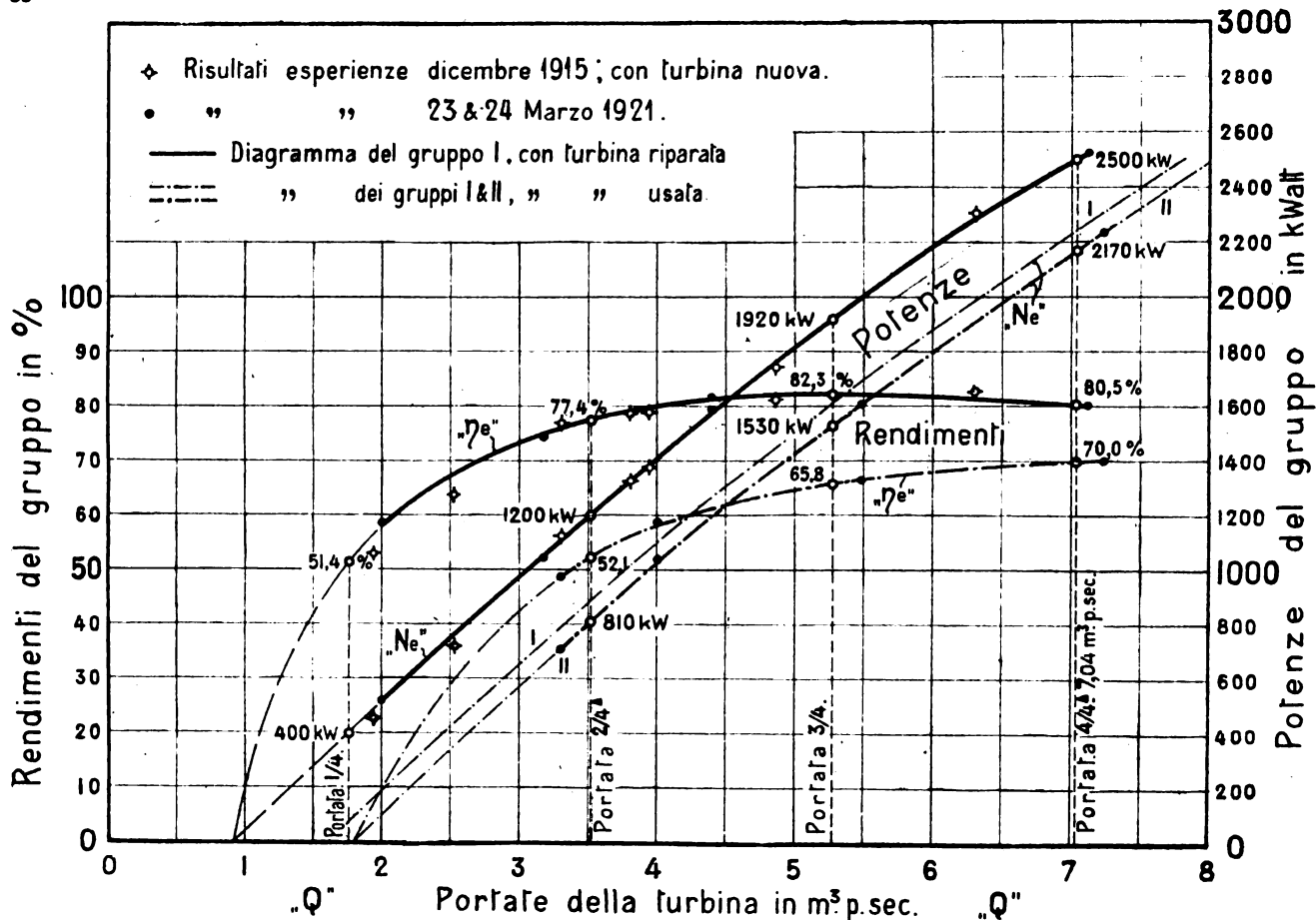



Fig. 1.

Da un'inchiesta che abbiamo potuto fare in numerose centrali idroelettriche situate sopra dei corsi d'acqua che trasportano materie alluvionali, è risultato che le diminuzioni nei rendimenti, dipendenti dal logorio delle turbine, sono molto più notevoli di quanto non supponga il lettore più pessimista.

Ultimati i lavori di costruzione, nel Dicembre 1915, la centrale di Massaboden fu oggetto di esperienze di collaudo i cui risultati vennero

[1] *Revue technique Suisse*, N. 25-30, XIII anno, 1916. – *Schweizerische Bauzeitung*, N. del 28 giugno 1919.

pubblicati (²) e poi messa in marcia per sopperire alle esigenze di esercizio della galleria N. 1 (trazione, illuminazione e ventilazione) e per la fornitura di energia a scopo industriale. Nel 1917 si era già potuto collocare l'81% del quantitativo di energia disponibile.

Sebbene il bacino di decantazione, che era in servizio sin dall'inizio della costruzione delle gallerie del Sempione, fosse stato vuotato e ripulito tutte le volte che appariva necessario, già nella primavera del 1920 l'usura delle turbine N. I e II in servizio della trazione ed il cui funzionamento sembrava ancora normale, apparve piuttosto notevole e tale da giustificare l'ordinazione di pezzi di ricambio, che, in seguito a diverse circostanze, non giunsero sul posto che nel Febbraio 1921. La visita alle turbine di tipo doppio Francis, fatta durante l'inverno 1920-21 avendo segnalato un eccessivo logorio dei distributori e sopratutto dei giunti fra il distributore e la ruota motrice (diam. 880 mm) il Servizio della Trazione decise di far riparare prima la turbina N. I, poi di determinare il più esattamente possibile i rendimenti dei gruppi I e II. Queste esperienze ebbero luogo nel Marzo 1921 durante due notti consecutive, nelle quali la centrale potè essere esonerata da qualunque servizio. Soltanto il gruppo da esaminare fu messo in marcia e il suo rendimento venne determinato col mulinello nel canale di scarico, nella stessa sezione che aveva servito durante le esperienze del 1915. La potenza generata dall'alternatore, direttamente accoppiato alla turbina, venne misurata con istrumenti di precisione ed assorbita da una resistenza ad acqua immersa nel canale di scarico. Malgrado le inevitabili variazioni del livello d'acqua, si ottenne in breve il carico desiderato che si conservò perfettamente costante per tutta la durata dell'esperienza; prima condizione questa per ottenere dei risultati esatti. La caduta lorda, cioè la distanza fra i livelli dei canali di arrivo e di scarico, si ottenne semplicemente mediante letture dirette di due idrometri.

Poichè durante tutte le esperienze il gruppo in esame era il solo in marcia, le cadute lorde possono servire a calcolare i rendimenti di esercizio del gruppo I colla turbina riparata e del gruppo II colla turbina logorata.

In un'officina la cui erogazione è limitata da un canale, come questa di Massaboden, i cattivi rendimenti delle turbine logorate, diminuendo la loro potenza, fanno diminuire altresì il carico e per conseguenza il rendimento dell'alternatore. Per rendersi conto dell'effetto di

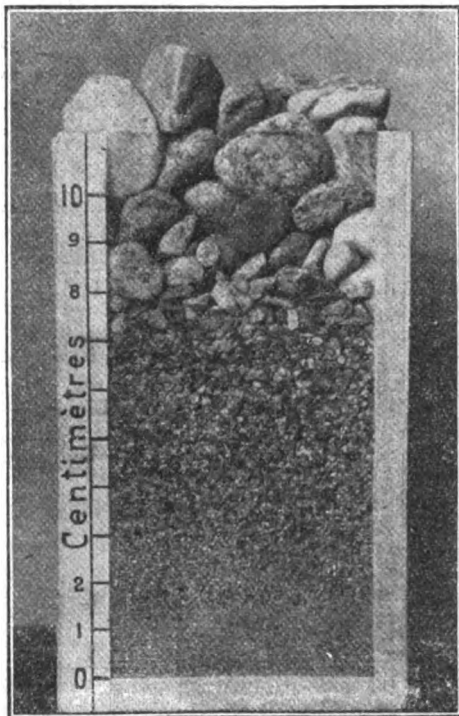



Fig. 2. — Materiale alluvionale passato attraverso le turbine, nonostante il bacino di decantazione alla presa.

questo logorio sul rendimento di esercizio dell'officina η_e conviene da una parte stabilire le potenze assolute P_a prendendo per base le portate Q e le cadute lorde Hb:

$$P_a\ 9{,}81\ Q\,H_b \quad \text{(in kWatt)}$$

e d'altra parte le potenze effettive P_e date dagli alternatori.

(²) *Revue technique Suisse*, N. 25-30, XIII annata, 1916. – *Schweizerische Bauzeitung*, del 14, 21 e 28 giugno 1919.

I rendimenti d'esercizio o rendimenti complessivi η_e che tengono conto delle perdite di salto al passaggio della griglia e nella condotta, dei rendimenti della turbina e dell'alternatore, poi delle perdite di salto nel canale di scarico, sono dati dal rapporto delle due potenze dalla relazione ben nota: ossia in $\%\ \eta_e = \frac{P_e}{P_a}\ 100$

Questi rendimenti d'esercizio sono stati calcolati durante le esperienze del Dicembre 1915 e del Marzo 1921. Per il confronto esatto dei risultati mediante diagrammi, le portate Q e le potenze effettive P_e sono state ricondotte alla caduta lorda di 45 m.

I diagrammi della fig. 1 danno le potenze effettive ed i rendimenti dei gruppi esaminati nel 1915 e nel 1921, in funzione delle portate.

L'esame di questi diagrammi permette innanzitutto di constatare la concordanza dei risultati ottenuti nel 1915 e nel 1921. I piccoli scarti hanno certamente origine dal fatto che nel 1915 le turbine erano nuove, mentre nel 1921 alcune parti erano state semplicemente riparate e che le esperienze del 1915 furono eseguite con istrumenti di misura elettrici da quadro, mentre nel 1921 le letture furono fatte direttamente sugli istrumenti di precisione, come è preferibile.

Il confronto dei diagrammi della turbina riparata con quelli della turbina logorata, oggetto delle esperienze, è molto istruttivo. La diminuzione della potenza e del rendimento dovuta al logorio della turbina II per le aperture principali di: 4/4, 3/4, 2/4 e 1/4 è data dalla seguente tabella:

Aperture	1/4	2/4	3/4	4/4
Portate . . . . . . $m^3/_s$	1,76	3,52	5,28	7,04
Potenze del gruppo I colla turbina riparata . . . . . kW	400	1200	1920	2500
Potenze del gruppo II colla turbina logorata . . . . . kW	0	810	1530	2170
Rendimenti del gruppo I colla turbina riparata . . . . . %	51,4	77,4	82,3	80,5
Rendimenti del gruppo II colla turbina riparata . . . . . %	0	52,1	65,8	70,0
Diminuzione delle potenze e dei rendimenti dovuta al logorio, percentuale delle potenze e dei rendimenti del gruppo colla turbina riparata	100 %	32,5 %	20,3 %	13,2 %

La notevole diminuzione nel rendimento della turbina II deriva dal logorio dei pezzi del distributore e sopratutto dalle perdite d'acqua ai giunti. Il giuoco radiale fra il distributore e la ruota motrice che era di circa 0,5 mm allo stato nuovo, è stato ingrandito dal passaggio delle sabbie e di piccoli ciottoli e misurava, all'atto delle esperienze, circa 14,5 mm.

La fig. 2 mostra un campione dei materiali che attraversano e logorano le turbine; essi contengono in gran parte dei grani molto duri i quali, cacciati dalla forza dell'acqua, si collocano fra il distributore e la ruota motrice. Trascinati da questa nel suo movimento di rotazione e spinti verso il tubo di aspirazione dalla pressione dell'acqua, questi granelli percorrono un cammino elicoidale e logorano rapidamente le superficie che li spingono e li comprimono. Quando pietre più grosse attraversando le turbine, possono passare fra il distributore e la ruota motrice senza essere coinvolti, il logorio di questi organi non progredisce che lentamente.

Prima di essere riparati nel Marzo 1921, i giunti della turbina I misuravano mm 11,5, cioè solo l'80% di quelli della turbina N. II alla stessa epoca. In queste condizioni si può ammettere che per una data potenza, la diminuzione delle perdite d'acqua ai giunti ed in conseguenza la diminuzione dell'erogazione della turbina I siano proporzionali alla differenza di grandezza di questi giunti; è dunque facile tracciare sulla fig. 1 il diagramma approssimativo delle potenze della turbina I, nello stato di logorio in cui si trovava prima della riparazione.

I rendimenti dei gruppi della centrale di Massaboden colle rispettive turbine nuove o riparate, quali risultano dalla fig. 1, possono considerarsi ottimi, ma il logorio delle turbine, quale fu constatato ad esempio nell'inverno 1920-21, modifica sensibilmente le condizioni in cui viene prodotta l'energia. Crediamo utile un breve commento al riguardo.

Nell'inverno 1920-21 la centrale si presentava nelle seguenti condizioni di esercizio:

a) Nella notte, a partire da mezzanotte: gruppo I o II in servizio per l'illuminazione di Briga e la ventilazione delle gallerie, con un carico medio di 350 kW; l'eccedenza d'acqua disponibile veniva utilizzata dal gruppo III per uso industriale, fino alla concorrenza di 1700 kW come minimo.

b) Di giorno, a cominciare dalle ore 4 del mattino: uno o, più sovente, due gruppi in servizio per la trazione e per le richieste delle gallerie; il terzo gruppo per uso industriale.

Esaminiamo ora la produzione di energia colle turbine nello stato in cui si trovavano durante l'inverno 1920-21 (quelle del terzo gruppo potevano ritenersi in perfetto stato) in confronto al rendimento ottenuto colle turbine riparate; portata media supposta 5,5 m³, cifra che corrisponde alla reale.

a) Esercizio durante la notte: secondo la fig. 1, il gruppo II, colla turbina logorata, consuma m³ 2,52; il gruppo III: $5{,}50 - 2{,}52 = 2{,}98$ per fornire complessivamente una potenza di $350 + 962 = 1312$ kW; il gruppo II colla turbina riparata smaltisce 1,65 m³; il gruppo III: $5{,}50 - 1{,}65 = 3{,}85$ m³ per fornire complessivamente una potenza di: $350 + 1342 = 1692$ kW, cioè $1692 - 1312 = 380$ kW cioè il 29% in più del gruppo II colla sua turbina logorata.

b) Esercizio durante il giorno: Nelle ore di intenso traffico delle ferrovie, il gruppo III rimane in parallelo colla linea industriale; marcia però a vuoto consumando 0,92 m³; la rimanente portata ($5{,}50 - 0{,}92 = 4{,}58$ m³), utilizzata dai gruppi I e II aventi le turbine logorate dà i seguenti rendimenti:

($324 + 240 = 564$ kW. Colle turbine riparate ed una portata di 4,58 m³, i gruppi I e II daranno:

$648 + 648 = 1296$ kW, cioè $1296 - 564 = 732$ kW, ossia il 130% in più dei gruppi I e II, colle turbine logorate.

Queste cifre dimostrano il guadagno rilevante di potenza ottenuto nella centrale di Massaboden dopo la riparazione delle turbine logorate. Non conoscendo il suo orario di esercizio, molto variabile e complicato, dobbiamo rinunciare a calcolare p. es., il guadagno annuale di energia in kWh ottenuto dopo la riparazione delle turbine eseguita nella primavera del 1921.

Col sussidio della fig. 1, è interessante calcolare la possibile durata di una punta di 4000 kW prevista come minimo, colla centrale alimentata dall'apporto del canale, supposto sempre di 5,5 m³ e il quantitativo d'acqua contenuto nel serbatoio, cioè 8000 m³. Il gruppo III è, come sopra, supposto in parallelo; marcia però a vuoto sulla linea industriale e smaltisce colla turbina riparata 0,92 m³, colla turbina logorata 1,72 m³. Il calcolo della durata di questa punta è dato dalla seguente tabella:

	Colle turbine	
	riparate	usate
Portate necessarie:		
per fornire 2 × 2000 kW	11,—	12,90
per il gruppo III a vuoto	0,92	1,72
Totale	11,92	14,62
Apporto del canale	5,50	5,50
A fornirsi dal serbatoio	6,42	9,12
Probabile durata della punta di 4000 kW	20'46"	14'37"

Per dare una punta di 4000 kW colle turbine riparate, il serbatoio dovrebbe fornire un contributo di $9{,}12 - 6{,}42 = 2{,}70$ m³, inferiore a quello necessario quando le turbine sono logorate e la durata della punta sarebbe di 20' 46" in luogo di 14' 37", cioè il 42% più lunga.

Oggi le tre turbine sono riparate ed i loro rendimenti ritornati ai valori iniziali. Il personale d'officina segue da vicino il funzionamento del bacino di decantazione, come pure lo stato delle acque derivate dal Rodano, nei riguardi del materiale in sospensione, e l'avvenire mostrerà se, scegliendo materiali più duri per certi organi delle turbine, sarà possibile ritardarne il logorio.

Fortunatamente il « Servizio Trazione » non ha ancora impiegato, per l'esercizio delle ferrovie, tutta l'energia disponibile all'officina di Massaboden e non è tenuto a fornire all'industria che l'eccedenza di energia, ad un prezzo molto ridotto.

LA NOSTRA INDUSTRIA

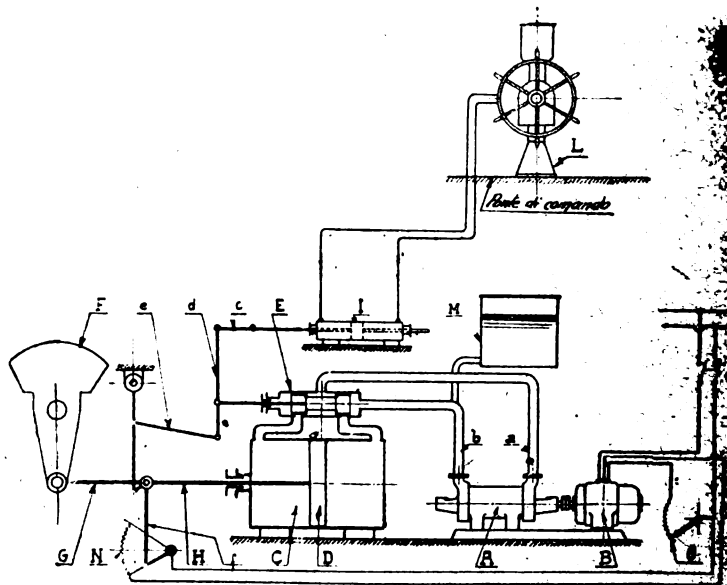
UN SISTEMA DI COMANDO ELETTRICO DEL TIMONE DELLE NAVI

La tendenza moderna di adottare motori Diesel per la propulsione delle navi ha richiamato l'attenzione dei tecnici sull'applicazione di motori elettrici per il comando di tutte le macchine di bordo.

Invero quando non si voglia ricorrere al dispendioso sistema di installare una calderina ausiliaria a bordo, il sistema che si presenta più comodo è quello di un gruppo dinamo Diesel o dinamo semi-Diesel che dà corrente ai motori delle pompe, dei compressori, della macchina a salpare, degli arganelli e della macchina del timone. Questa ultima macchina è quella che richiede più speciali accorgimenti per l'applicazione del motore elettrico. Infatti nella pratica della navigazione il timone è continuamente in moto ora da una banda ora da un'altra per correggere le numerose cause di deviazione della rotta. L'applicazione di un motore elettrico che comandi direttamente il timone per mezzo di organi meccanici rigidi offre, come si sa, il grave inconveniente degli avviamenti improvvisi e sotto forte carico.

Una simile applicazione potrà anche essere adottata quando le correnti in gioco non siano forti e tuttavia la sicurezza della manovra sarà sempre problematica e dipenderà anche da una scrupolosa manutenzione.

Per grosse navi inoltre una installazione secondo tali criteri sarebbe assai costosa. Evitano le manovre con correnti forti i sistemi a generatrice secondaria (Ward Leonard) ma questi li riteniamo meglio indicati per navi da guerra dove si hanno maggiori esigenze e dove si dispone di personale tecnico dirigente specializzato che può seguire attentamente il funzionamento di tali macchine.

Un tipo di installazione semplice e non costoso è quello caratterizzato dallo schema studiato ed eseguito da una Ditta Italiana la *San Giorgio* di Sestri Ponente (¹).

Un motore a corrente continua B a velocità variabile è direttamente accoppiato ad una pompa centrifuga A ad alta prevalenza.

Il liquido per ovvie ragioni è olio minerale fluido ed incongelabile.

I giri del motore e la sua potenza possono variare a seconda degli spostamenti del cursore del reostato di campo N. La pompa A varia naturalmente la sua prevalenza a seconda del numero dei giri e può fornire olio alla pressione da 6 atmosfere a 20.

Il tubo di mandata a e il tubo d'aspirazione b della pompa sono connessi con un distributore cilindrico E il quale mediante opportuni spostamenti può ammettere l'olio in pressione dall'una o dall'altra parte del pistone D del grosso cilindro C, oppure rimanendo nella sua posizione di centro può tener chiusi ammissioni e scarichi alle due camere del cilindro.

Una testa a croce e una biella G trasmettono il moto dello stantuffo alla barra F del timone.

Dal ponte di comando a mezzo dell'apparecchio trasmettitore L si può trasmettere attraverso tubi uno spostamento all'apparecchio ricevitore I situato nel locale della timoneria. Gli spostamenti di questo provocano per mezzo delle leve c, d lo spostamento del distributore E.

(¹) Il sistema è coperto da brevetto.

Il motore B si avvia per mezzo del reostato O prima di salpare e resta durante la navigazione sempre in moto (quando il timone è a centro alla sua velocità minima); non appena si sposta il distributore E l'olio in pressione preme sul pistone e ne provoca lo spostamento. Questo spostamento è naturalmente asservito allo spostamento dell'organo di comando I; infatti spostandosi la testa a croce essa viene a riportare a centro mediante il giuoco delle leve e, d il distributore e chiude così l'ammissione e lo scarico; il pistone risulta così bloccato nella posizione raggiunta fra due cuscini di olio; eventuali perdite attraverso le fascie elastiche, consentendo uno spostamento del pistone, provocano uno spostamento del distributore che risospinge il pistone alla posizione voluta.

Il momento torcente richiesto dal timone varia coll'angolo di banda e cresce con quest'angolo, secondo una legge interpretata dai vari autori con diverse formule; ad ogni modo con una funzione crescente dell'angolo di banda; ora mentre a spostare il timone dal centro occorre un piccolo momento torcente al suo angolo di banda massimo la coppia richiesta è notevole e può raggiungere valori rilevanti.

Il graduale spostamento della testa a croce inserendo mediante la leva f maggiori resistenze sul circuito dell'eccitazione accelera la velocità del motore e aumenta la prevalenza della pompa e quindi lo sforzo sul timone. Il motore arriva per lo sbandamento massimo alla sua velocità massima con una pressione dell'olio della pompa di circa 20 atmosfere che realizzano così la voluta spinta sul pistone.

Il serbatoio dell'olio M di qualche metro più elevato del piano della pompa centrifuga, mentre mantiene l'aspirazione della pompa sotto un piccolo carico in modo da evitare qualsiasi pericolo di emulsionamento dell'olio, fa pure da cassa di compenso e sopperisce alle piccole perdite dei premitreccie, perdite che vengono raccolte e rimesse nel cassone M.

Una sistemazione secondo questo schema è stata eseguita in questi ultimi mesi per il comando del timone della motonave « *Ardito* » — Armatore Società La Platense - Genova — di 9000 tonn di portata - velocità 11 miglia - due motori Diesel Tosi di 1000 HP l'uno.

Dati del timone:

Superficie immersa a massima immersione m² 11;
Distanza baricentro dall'asse m 1.04;
Angolo di banda massimo 35°.

Dati della timoneria:

Motore a corrente continua a 4 poli con poli ausiliari con eccitazione in derivazione autoventilato protetto contro gli spruzzi;
Tensione 110 - ampere 30 ÷ 160;
Numero giri 1350 ÷ 2900;
Potenza 3,3 kW ÷ 17,5 kW;
Pompa centrifuga tipo multipla;
9 giranti - prevalenza atmosfere 6 — 20;
Portata massima 7 litri al 1".
Momento torcente massimo che la macchina può trasmettere alla barra del timone tonn. m 36 circa;
Tempo occorrente per portare da banda a banda il timone: mezzo minuto primo.

Le piccole correnti di campo (2,5 amp al massimo) non danno luogo ad archi o scintille sui tasti del reostato che si mantiene quindi perfettamente. L'assorbimento di maggior corrente dell'armatura è graduale e non provoca bruschi sbalzi sulla dinamo in centrale.

E come il motore elettrico s'appresta a fare il suo ingresso trionfale nella tecnica marinara come motore di propulsione così per necessità ovvia e derivante anche tutti gli altri servizi di bordo sia in navigazione sia in porto dovranno presto o tardi essere azionati da motori elettrici.

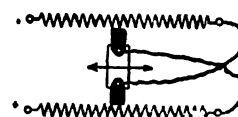
E sintomo confortante e di buon augurio, tutto lo Stato Maggiore dell'« *Ardito* » sia di coperta che di macchina, con bene inteso spirito di modernità, ha accolto favorevolmente il nuovo sistema dimostrando che anche il nostro personale tecnico marinaro uscendo dal tradizionale misoneismo sa apprezzare i nuovi portati della tecnica.

SUNTI E SOMMARI

APPARECCHI.

R. RICHTER — **Resistenze regolabili con economia di materiale.** (Elektrotech Zeit, 10 marzo 1921).

Nel metodo solito di regolare la tensione o la corrente per mezzo di introduzione o riduzione di resistenze inserite nel circuito, parte del materiale che costituisce la resistenza variabile è escluso dal circuito ed inattivo. Il rapporto fra il materiale utilizzato e quello che rimane inattivo diventa tanto più grande quanto più discosti sono i limiti di regolazione. Ne segue che il riscaldamento della resistenza viene sempre ad affettare la stessa porzione della resistenza variabile stessa.

Il nuovo metodo descritto in questo articolo divide tutte le resistenze disponibili in due o più gruppi eguali e i contatti sono disposti in modo da permettere un passaggio graduale dalla connessione di questi gruppi in parallelo a quella in serie; in modo che tutto il materiale

Reostato per utilizzare interamente il materiale delle resistenze.

è sempre utilizzato. Per realizzare questo dispositivo occorre un numero di contatti doppio di quello occorrente colla disposizione attuale, ma essi portano una corrente minore. Per regolare un sistema trifase si può ottenere un miglior impiego del materiale disponendo i contatti in modo da poter gradualmente passare dalla connessione a triangolo a quella a stella.

R. S. N.

* *

ELETTROTECNICA GENERALE.

H. S. Mc. ALLISTER — **Calcolo grafico dei circuiti a corrente alternata.** (E. W. 21 giugno 1921, pag. 1359).

L'autore descrive un metodo grafico che permette di risolvere in modo completo ed esatto i problemi sui circuiti a correnti alternate, che si presentano nelle macchine elettriche.

La macchina viene schematizzata negli equivalenti circuiti elettrici e questi vengono studiati col metodo del vettore reciproco di Bedell e Behrend. Nell'applicazione di tale metodo l'Autore procede determinando quale sarebbe la corrente primaria e la tensione primaria necessaria, da prima affinchè si verificasse una tensione costante agli estremi del circuito derivato nel circuito elettrico equivalente in istudio, e in fine perchè si abbia una tensione costante agli estremi dell'intero circuito equivalente come praticamente avviene. Si determinano così da prima due diagrammi, uno della corrente e uno della tensione. Le scale per la tensione e per la corrente sono scelte in modo che i diametri dei due rispettivi diagrammi circolari risultino eguali sul disegno; ne viene che anche i due « circoli ridotti » di tensione e di corrente ottenuti colla trasformazione del vettore reciproco, risultano di egual diametro. Di più, il circolo rappresentativo della corrente primaria diventa identico col circolo che rappresenta contemporaneamente la tensione consumata nella impedenza primaria ed anche, con un opportuno spostamento della origine dei vettori delle correnti e delle tensioni, la tensione secondaria.

La fig. 1 rappresenta il circuito equivalente di un motore polifase a induzione. Le così dette costanti della macchina sono ritenute come

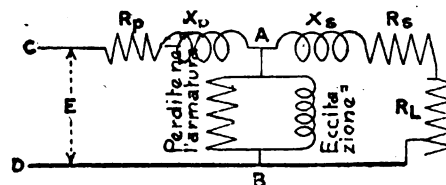



Fig. 1. — Circuiti elettrici equivalenti di un motore polifase a induzione.

assolutamente costanti, come si usa fare sia nei metodi analitici che in quelli grafici.

Il problema di determinare esattamente il diagramma del vettore della corrente primaria con una tensione costante applicata fra C e D è risolto determinando il diagramma della tensione consumata nella impedenza primaria fra C ed A. Scegliendo il rapporto fra le scale della tensione e della corrente, eguale alla impedenza primaria, il diagramma della tensione fra C e A precedentemente determinato, diventa immediatamente il diagramma della corrente primaria quando venga riferito

ad un asse spostato di un angolo eguale a quello corrispondente allo sfasamento prodotto dalla impedenza primaria.

Nello stesso modo e contemporaneamente si determina l'esatto diagramma della corrente nel circuito derivato (risultante delle perdite nell'armatura e dell'eccitazione) per mezzo del diagramma della tensione fra A e B scegliendo come rapporto delle rispettive scale la impedenza del circuito derivato e ruotando di un angolo corrispondente.

Il vettore differenza fra la corrente primaria e quella del circuito derivato è la corrente secondaria della macchina, in opportuna scala.

Si stabilisce anzitutto il diagramma della corrente secondaria e della corrente derivata, quando la tensione fra A e B è mantenuta costante e contemporaneamente il diagramma della tensione da applicare fra C e D affinchè rimanga costante quella fra A e B.

In fig. 2, MN rappresenta la corrente di eccitazione, NO la corrente che sopperisce alle perdite nell'armatura, ed il circolo OPK è il diagramma del vettore (misurato da M) risultante della corrente d'eccitazione, di quella delle perdite e della corrente di carico. La tensione fra A e B che si è assunta costante è rappresentata dal vettore ME disegnato nella scala degli ampere ed eguale in valore numerico (in ampère) a $E : Z$ essendo E la tensione costante (in volt) e Z_p la impedenza primaria (in ohm).

L'angolo YEX è preso eguale allo sfasamento corrispondente a Z_p. Ne viene che il circolo $E_o\ E_p\ E_k$ identico all'altro OPK rappresenta il diagramma del vettore (misurato dal punto E) della tensione consumata nella impedenza primaria (fra A e C della fig. 1) quando si mantiene costante la tensione fra A e B. Lo stesso circolo $E_o\ E_p\ E_k$ può rappresentare la tensione da applicare fra C e D (in fig. 1) per mantenere costante la tensione fra A e B: basta per questo prendere come origine dei vettori il punto M anzichè il punto E.

Per punti si può poi determinare in fig. 2 il diagramma della corrente primaria quando si mantenga costante la tensione fra C e D anzichè fra A e B.

Il vettore della corrente primaria ha il valore e la fase MO quando la tensione applicata ha il valore e la fase ME_o. Quando la tensione applicata varia in grandezza e fase rispetto ad E, la corrente a vuoto assume un altro valore MO''' tale che l'angolo OMO''' sia eguale a quello $E_o\ M\ E$ e che esista la proporzione $MO''' : MO = ME : ME_o$. Il metodo per ricavare graficamente O''' risulta evidente dalla figura 2. In modo analogo si determinano i punti G''' e P''' del diagramma finale della corrente, corrispondenti ai punti G e P del diagramma precedente. Il diagramma finale della corrente essendo circolare resta così determinato dai suoi tre punti $O'''\ G'''\ P'''$.

Si osservi che scegliendo i punti diametralmente opposti P e G in modo che i corrispondenti punti E_p e E_g si trovino sul diametro passante per M, si verifica che anche i punti $P'''\ G'''$ si trovano su un diametro del diagramma finale della corrente: tale diagramma può allora essere facilmente tracciato poichè il suo centro si troverà nel punto di mezzo del segmento $P'''\ G'''$. Il diametro PG è l'unico che rimanga un diametro anche nel diagramma finale.

Metodo per trovare il diagramma finale della tensione. — Si tratta di determinare il diagramma del vettore della tensione fra A e B quando si mantiene costante la tensione fra C e D.

Nella figura 3 si è riprodotto, identicamente a quanto fatto in figura 2 e nella stessa scala degli ampere, il primo diagramma della corrente e quello della tensione fra C e D per mantenere costante la tensione fra A e B.

Col metodo del vettore reciproco si trova che il diagramma cercato è rappresentato dal circolo SRQ. Il centro e il circolo stesso si determinano facilmente per mezzo dell'immagine speculare del circolo $E_o\ E_p\ E_g$. Infatti il centro si trova sulla retta che unisce l'origine M col centro del circolo immagine, e la lunghezza del segmento di tangente MS è determinata dalla proporzione $MS : ME = ME : MV'$, essendo MV' la lunghezza della tangente da M al circolo immagine. Restano così determinati come si vede in figura 3 il centro e il raggio del circolo SRQ.

Posto che ogni punto del circolo SRQ rappresenta l'estremità di un vettore della tensione fra A e B, quando sia unito con M, e che ME è il vettore della tensione costante fra C e D, ne viene che il vettore differenza fra questi due (per esempio EQ) rappresenta la caduta di tensione nella impedenza primaria CD.

Siccome il vettore della tensione è stato tracciato nella scala degli ampère nel modo detto, il circolo SRQ di fig. 3, può rappresentare anche il diagramma del valore del vettore della corrente primaria, quando si prenda come origine delle coordinate il punto E. L'esatto sfasamento fra i vettori della corrente primaria e della tensione primaria si ottiene spostando il vettore tensione di riferimento, di un angolo eguale a quello corrispondente all'impedenza primaria. Si ottiene così il circolo $P'''\ O'''\ G'''$ identico in grandezza e in significato al circolo SRQ ma invertito e spostato in modo che l'angolo EME''' rappresenti l'angolo dell'impedenza primaria.

Si riconosce che il circolo $P'''\ O'''\ G'''$ di fig. 3 è identico per grandezza e posizione a quello $P'''\ O'''\ G'''$ di fig. 2. Si può quindi determinare col facile metodo ultimamente descritto il diagramma circolare della tensione primaria, e poi utilizzare quello stesso come diagramma anche della corrente primaria riferendolo ad un vettore della tensione primaria costante spostato di un angolo opportuno.

Diagramma combinato della corrente e della tensione. — Ciò risulta più chiaro nella fig. 4. Il segmento ME' è tracciato eguale a ME (che è disegnato nella scala degli ampère come eguale ad $E : Z_p$) ma spostato dell'angolo corrispondente alla impedenza primaria. Si tracciano la MX perpendicolare a ME' e la MZ spostata rispetto a MX dell'angolo dell'impedenza. Su MZ si prende il segmento MN eguale alla corrente di eccitazione (se tutta la tensione E fosse applicata fra A e B in fig. 1). Si traccia NO rappresentativo della corrente che sopperisce alle perdite dell'armatura, nelle stesse condizioni supposte. Si conduce il cerchio OPK col centro sulla parallela ad NZ condotta da O e col diametro $OK = E : X_r$ sempre nella scala degli ampere.

Fig. 2. Fig. 3. Fig. 4.

Figg. 2-3-4. — Metodo per determinare i diagrammi esatti della corrente e della tensione in un motore polifase a induzione.

Il circolo OPK è allora il diagramma del vettore corrente primaria (prendendo come origine dei vettori il punto M) nella supposizione che sia mantenuta costante la tensione fra A e B. Esso è anche il diagramma del vettore tensione fra CD nella stessa condizione, quando si assuma come origine delle coordinate il punto E'. Vale a dire che il circolo OPK e i punti M ed E' di fig. 4 sono identici in grandezza e significato al circolo $E_o\ E_p\ E_k$ e ai punti M ed E di fig. 3.

La costruzione del diagramma finale della tensione è condotta in fig. 4 identicamente a quanto descritto per fig. 3. Ad ogni punto, per esempio O, del diagramma della tensione fra CD quando è costante fra A e B, corrisponde un punto O''' nel diagramma della tensione fra

A e B quando è mantenuta costante quella fra $C D$. Il punto O''' è determinato come intersezione col diagramma finale della retta che unisce O coll'origine E'; così S corrisponde a V e $P''' G'''$ corrispondono a $P G$.

Diagramma della corrente nel circuito derivato. — Si è visto come si possa determinare il diagramma di tale corrente (risultante della corrente di eccitazione e di quella che sopperisce alle perdite nell'armatura) dal diagramma della tensione fra A e B quando è mantenuta costante quella fra C e D. In figura 5, il diagramma della tensione fra A e B è rappresentato dal circolo $P' O' G'$. Il diagramma della corrente di eccitazione e quello della corrente delle perdite sono costruiti nel modo noto; il segmento $M N'$ è eguale alla tensione costante E divisa per la resistenza equivalente alle perdite nell'armatura. Il vettore somma di questi due diagrammi ci dà il diagramma della corrente derivata, il quale non è altro che lo stesso diagramma della tensione fra $A B$ tracciato in scala ridotta nel rapporto da $M O$ ad $M E$ (essendo $M O$ la corrente nel circuito derivato quando l'intera tensione E sia applicata al circuito derivato, ossia è eguale all'ammettenza del circuito derivato stesso) e spostato di un angolo $O M E$ eguale all'angolo della ammettenza del circuito derivato.

Diagramma della corrente secondaria. — Evidentemente è possibile usare lo stesso diagramma della tensione nel circuito derivato come diagramma anche della corrente nel circuito stesso, riferendolo ad un asse di origine degli sfasamenti spostato di un angolo eguale a quello dell'ammettenza del circuito derivato, ed adottando una scala opportuna per leggere i valori delle correnti. Così si è fatto nella fig. 6 dove l'angolo dell'ammettenza è $E M O' = E M O$. Il circolo $P''' O''' G'''$ rappresenta il diagramma esatto della corrente primaria nella scala originaria per gli ampere; il circolo $P' O'' G'$ è ancora lo stesso diagramma ma in scala maggiore. Per ogni punto, per esempio P', di questo, si trova un corrispondente punto P'' analogamente posto sul diagramma in scala ampliata della corrente nel circuito derivato. Il vettore $M P'$ è la corrente primaria, il vettore $M P''$ la corrispondente corrente nel circuito derivato e quindi il vettore $P' P''$ rappresenta la corrente secondaria in valore e posizione.

Soluzione di circuiti con valori particolari delle costanti. — E' interessante studiare brevemente l'applicazione del metodo a circuiti in cui le costanti assumono particolari valori limiti. L'Autore riassume nelle figure da 7 a 13 alcuni casi.

I circuiti rappresentati nelle figure 7-8-9-10 si risolvono facilmente coi metodi precedentemente descritti e applicando opportunamente il metodo dell'inversione.

Fig. 5. — Relazioni vettoriali fra tensione e corrente del circuito derivato, corrente primaria e corrente secondaria.

Fig. 6. — Determinazione grafica delle relazioni vettoriali fra correnti primaria, secondaria e derivata, in scala ampliata.

Nel risolvere il circuito 11, che è poi ancora identico a quello 12, si è supposto che la tensione del circuito sia applicata prima fra A e B, poi fra C e D e in fine fra E e D di fig. 12. L'angolo $E M' E' = = L M' B = B M' C$ rappresenta l'angolo corrispondente all'impedenza primaria. L'angolo $Y M W$ rappresenta l'angolo corrispondente all'impedenza dei circuiti combinati R_t e X_t di fig. 11 e $N M' N'$ è l'angolo dell'impedenza dei circuiti combinati R_t e X_t. Per $R = \infty$ $M P$ rappresenta la corrente fra R_t e X_t quando la tensione E sia applicata fra A e D; quando E sia applicato fra C e D di fig. 11, questa corrente si riduce a $M' P'$ con la corrente $M M'$ fra i circuiti R_t e X_t; quando E sia applicata fra E e D di fig. 11 questa corrente si riduce a $M' P''$ corretta in valore e fase riferendosi alla tensione costante applicata E rappresentata da $M' E$. Il modo per determinare altri punti dei vari diagrammi è evidente.

Figg. 7-13. — Risoluzione grafica di circuiti a corrente alternata.

L'Autore mette in evidenza che il metodo descritto è affatto generale e può riuscire assai utile nello studio di qualunque sistema di circuiti a corrente alternata.

R. S. N.

* *

MISURE: METODI ED ISTRUMENTI.

F. A. KARTAK — **Metodi per la determinazione del verso di rotazione delle fasi in un circuito trifase.** (El. W. 23 aprile 1921, pag. 928).

L'A. riassume i metodi più in uso per determinare il verso secondo cui si succedono le fasi in un circuito trifase. L'A. ha specialmente in vista tale determinazione come necessaria frequentemente nelle misure

sui trasformatorini per istrumenti di misura, ma i metodi riassunti nella tabella che riportiamo sono suscettibili di ampia applicazione. Nella tabella sono anche indicati gli articoli originari in cui sono descritti i metodi stessi.

Classificazione dei metodi per determinare la rotazione delle fasi.

N.	METODO Descrizione	Apparecchi necessari	Schema delle connessioni	Si ha un fattore di potenza del 50 % con corrente in ritardo quando si connettano i circuiti nel modo seguente	Articolo in cui è descritto il metodo
1	Metodo del voltmetro con resistenza e reattanza	Una resistenza ed una reattanza di egual valore Voltmetro graduato fino a 1,4 volte la tensione di linea		Tensione del circuito fra le fasi 1-2 Corrente del circuito fra le fasi 3-1 Se il voltmetro indica circa 137 % della tensione di linea	W. V. Lyon in E. W. 19 maggio 1917 pag. 968
2	Metodo del motore a induzione	Piccolo motore a induzione, a gabbia di scoiattolo		Tensione del circuito fra le fasi 1-2 Corrente del circuito fra le fasi 3-1 Se la rotazione è nel senso 1-2-3	
3	Metodo del contatore con resistenza	Contatore a induzione monofase Resistenza non induttiva (circa 10,000 ohm per circuiti a 110 V.)		Tensione del circuito fra le fasi 1-2 Corrente del circuito fra le fasi 3-1 Se il contatore gira più rapidamente quando è connesso con 2-3 che non con 1-2	R. S. Brown E. W. 17 gennaio 1921 pag. 144
4	Metodo della lampada con induttanza	Due lampade a incandescenza di egual tensione ed ugual consumo Una bobina di induzione (bobina di tensione di un contatore a induzione)		Tensione del circuito fra le fasi 1-2 Corrente del circuito fra le fasi 3-1 Se la lampada *A* è più luminosa di quella *B*	T. W. Varley E. W. 10 marzo 1917 pag. 466

Il piccolo motorino richiesto per il metodo 2 può essere comodamente portato nella cassetta degli istrumenti che formano l'equipaggiamento di un operatore. Connettendo i morsetti dello stator ai conduttori di un sistema trifase, il senso di rotazione del rotor, indica direttamente il verso di succesione delle fasi.

Nel metodo 1 fatte le connessioni come è indicato nello schema se il voltmetro indica circa il 37% della tensione di linea la fase 1-2 precede di 120° la fase 2-3. Se invece il voltmetro segna circa il 137% della tensione di linea, la fase 1-2 ritarda sulla 2-3.

Il metodo 3 è molto comodo in quanto richiede oltre il contatore campione che servirà anche per la misura, soltanto una resistenza non induttiva che può essere fatta da un tubetto di fibbra riempito di polvere di gesso e di carbone. Presenta però l'inconveniente che l'operatore deve fare successivamente due connessioni.

Anche il metodo 4 è molto comodo, richiedendo esso soltanto apparecchi di cui un operatore può sempre disporre o può con grande facilità procurarsi.

R. S. N.

Crediamo opportuno ricordare la regola più semplice per determinare il senso ciclico delle fasi quando si abbiano inseriti in circuito due wattometri secondo lo schema ordinario per le misure della potenza. Con carico induttivo che non sia eccessivamente squilibrato – ossia nei casi più comuni della pratica – l'ordine ciclico delle fasi è il seguente: 1ª la fase su cui è inserito il wattometro che segna di più; 2ª la fase su cui è inserito il wattometro che segna di meno; 3ª la fase su cui non è inserito alcun wattometro. (*N. d. R.*).

★

G. H. PERRIN — **Applicazione dell'elettrometro a quadranti per la prova a corrente alternata delle materie magnetiche.** (R. G. E. 23 aprile 1921, n. 12, vol. IX, pag. 555).

L'A. tratta di un metodo per determinare con la sola lettura della deviazione di un elettrometro a quadranti sia la perdita in watt, sia la potenza reattiva consumata in saggi di materiale magnetico sottoposto a corrente alternata. Il saggio costituisce il nucleo magnetico di due avvolgimenti indipendenti nei quali le spire del secondario stanno nel rapporto n a quelle del primario che deve essere alimentato ad una data frequenza. La sorgente alimentatrice di questo deve essere a f. e. m. sinoidale.

La fig. 1 da lo schema per la misura delle perdite con l'elettrometro. Il valore di R in serie con l'avvolgimento primario P deve essere

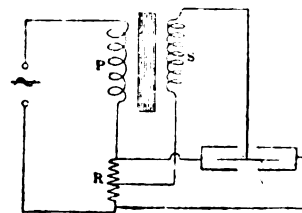



Fig. 1.

il più piccolo possibile sia per non alterare la forma sinoidale della f. e. m. sia perchè la coppia direttrice elettrica possa essere trascurabile. In tali condizioni detto V_0 il potenziale dell'ago, V_1 V_2 quello di ciascuna coppia di quadranti è noto che il valore della deviazione α è dato dall'espressione

$$\alpha = k\left(v_0 - \frac{V_1 + v_2}{2}\right)(v_1 - v_2)$$

Nel caso particolare si ha:

$$V_0 - \frac{V_1 + V_2}{2} = n\,e$$

$$V_1 - V_2 = R_i$$

Essendo e la f. e. m. ed i l'intensità nel circuito primario.

La corrente variabile i comprende un termine fondamentale e delle armoniche. Il primo ha valore efficace I_{eff} e si può scindere in una componente I_w in fase con E_{eff} ed una I_0 sfasata di 90°. Tenendo

conto di quanto sopra si ottiene che la deviazione dell'elettrometro nelle condizioni della fig. 1 è data da:

$$\alpha = k\, n\, R\, E\, I_w = k\, n\, R\, P$$

essendo P la potenza consumata per effetto delle perdite nel saggio. Queste perdite si ottengono pertanto per lettura diretta e senza alcuna correzione per effetto Joule.

La fig. 2 dà lo schema di montamento dell'elettrometro per la misura della componente swattata della fondamentale della corrente magnetizzante I_m. M è una bobina d'induzione mutua in serie con l'avvolgimento magnetizzante. La caduta di tensione causata dal primario di questa bobina d'induzione deve essere la più piccola possibile, ciò che non impedisce di avere un elevato coefficiente d'induzione mutua, e quindi una buona sensibilità, purchè si usi un gran numero di spire nell'avvolgimento secondario. Detto M il coefficiente d'induzione mutua della bobina e ω la pulsazione della c. a. il valore efficace della d. p. $V_1 - V_2$ è $\omega\, M\, I_{eff}$ e quello di $V_0 - \frac{V_1 + V_2}{2}$ è $n\, E$.

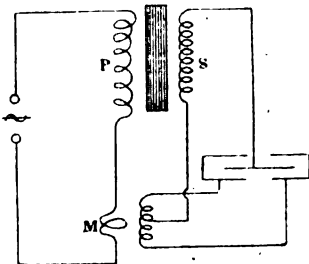



Fig. 2.

La deviazione dell'ago è data da:

$$\alpha = k\, n\, \omega\, M\, I_{eff}\, E \text{ sen } \varphi$$

essendo φ lo spostamento di fase tra la f. e. m. E e la corrente I_{eff}. Si ricavano così la potenza swattata $E\, I_{eff}$ sen $\varphi = E\, I_0$ e la componente in quadratura I_0. Il valore di M deve essere conosciuto in precedenza ricavandolo con metodi di misura usuali. L'elettrometro così impiegato ha il vantaggio di non consumare che una quantità insignificante d'energia e di adattarsi a tutte le tensioni e intensità ammesse per gli altri apparecchi che possono essere usati.

L'A. termina accennando a piccole correzioni per depurare i risultati dall'influenza della perdita per corrente di Foucault nei conduttori vicini e particolarmente nel rame stesso della bobina.

A. Bz.

* *

TRASMISSIONE E DISTRIBUZIONE.

RAYMOND BAILEY — **Regolazione della tensione e del fattore di potenza di una linea a 66 000 volt. di connessione fra due centrali generatrici.** (Journ. Am. Inst. Elec. Eng. giugno 1921, pag. 462).

L'articolo descrive un caso particolare di installazione senza affrontare il problema generale. La linea di collegamento in questione è assai breve e non offre perciò i problemi comuni delle lunghe linee ma è interessante in particolare per la necessità che si richiedeva per essa di una esatta regolazione della tensione e del fattore di potenza in svariate condizioni di carico.

La « Philadelphia Electric Company » alimenta il territorio di Filadelfia per mezzo delle tre centrali di Schuylkill, Delaware e Chester la potenza totale delle quali, ad installazioni finite, sarà di 500 000 kVA. La Centrale di Chester è collegata a quella di Schuylkill allo scopo di permettere la più economica distribuzione del carico e di ridurre al minimo la necessità di installare delle riserve.

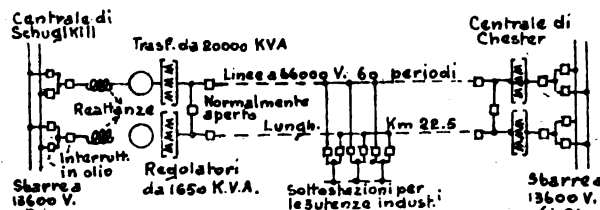



Fig. 1. — Schema delle linee di collegamento fra le centrali di Schuylkill e Chester.

Per il collegamento delle due Centrali si sono montate due linee a 66 000 volt, capaci ciascuna di trasportare 20 000 kVA e provviste di trasformatori elevatori e riduttori essendo le sbarre delle due centrali a 13 000 volt. La lunghezza di ogni linea è di km. 22,5.

La fig. 1 dà lo schema del collegamento.

La fig. 2 mette invece in evidenza l'importanza di un dispositivo per la regolazione di tale linea. Si vede infatti, ad esempio, che trasmettendo 20 000 kVA con un fattore di potenza di 0,85 si ha una caduta di tensione dell'11,5 per cento. Se si eseguisse la trasmissione

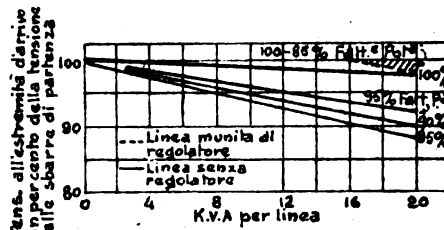



Fig. 2. — Curve mostranti la variazione della tensione all'arrivo secondo la potenza trasmessa e con diversi fattori di potenza.

con un fattore di potenza eguale all'unità si avrebbe una caduta di tensione soltanto del 2%; ma non risulta opportuno usare un fattore di potenza eguale ad 1 per trasmettere energia ad una centrale il cui carico ha un fattore di potenza eguale a 0,85.

Lungo la doppia linea di collegamento vi erano tre utenti industriali che assorbivano complessivamente 15 000 kVA con un fattore di potenza di circa 0,90; le due linee dovevano naturalmente servire anche questi clienti.

Si stabilì che, per poter convenientemente funzionare in tutte le condizioni di carico, il dispositivo di regolazione dovesse permettere di caricare ambedue le linee a una estremità o all'altra, secondo il senso in cui potesse occorrere di trasmettere l'energia, indipendentemente dalla grandezza del carico dovuto alle tre utenze industriali suddette sia che esso dovesse essere fornito da una sola delle due linee di collegamento o parzialmente dall'una e dall'altra contemporaneamente. Per soddisfare a tali esigenze, il regolatore deve poter fornire una tensione variabile in ampiezza ed in sfasamento.

Nel caso di un corto circuito alle sbarre potrebbero essere messi in circolazione 700 000 kVA. Questo fatto congiunto alla necessità di avere una sicurezza assoluta di buon funzionamento fa sì che si esiga per l'apparecchio di regolazione una costruzione assai robusta.

L'autore discute brevemente i vari metodi di regolazione possibili.

I condensatori sincroni non furono adottati risultando eccessiva la capacità che avrebbero dovuto avere per garantire una caduta di tensione accettabile; per una caduta del 2% si sarebbe dovuto installare una capacità totale di 40 000 kVA.

Il regolatore del tipo graduale, analogo a quello usato nella regolazione dei forni elettrici è rappresentato in fig. 3. Esso consiste essenzialmente in una serie di trasformatori connessi alla linea e alimentati

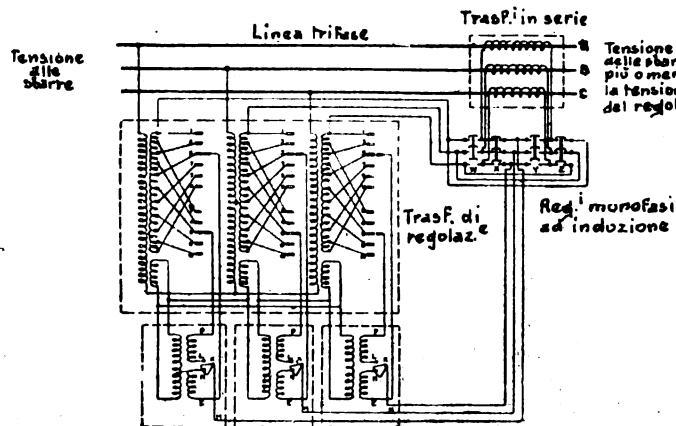



Fig. 3. — Schema delle connessioni del regolatore di tipo graduale.

a tensioni varie da uno speciale trasformatore munito di contatti e provvisto di un regolatore monofase ad induzione; si può così far variare gradualmente la tensione.

Per comprendere il modo di agire di questo tipo di regolatore occorre seguire lo schema di fig. 3. La tensione indotta in ciascuna delle bobine del regolatore $N\,E$ ed $L\,D$ è eguale alla metà di quella fra due contatti adiacenti del trasformatore di regolazione. Si supponga l'interruttore K chiuso sul contatto N e l'estremità E del secondario del regolatore connesso col contatto 5; in questo caso la tensione esistente fra i tasti 1 e 5 del trasformatore di regolazione è comunicata ai trasformatori in serie sulla linea, quando il regolare monofase è nella posizione neutra. Se il regolatore si sposta in modo che la tensione di $N\,E$ si aggiunge a quella fra i contatti 1 e 5, si arriva al punto in cui i trasformatori in serie sono eccitati dalla massima tensione del regolatore in quella posizione, e l'estremità M ha una tensione esattamente intermedia fra quella dei tasti 5 e 6. L'estremità L avrà la stessa tensione di M e l'interruttore K scatta dal contatto N al contatto L un istante dopo da che la spazzola connessa a D si è portata sul contatto 6. In questa condizione i trasformatori in serie sono alimentati colla ten-

sione esistente fra i contatti 1 e 6 diminuita della tensione della bobina DL. Continuando la rotazione del regolatore, la tensione prodotta da DL va diminuendo fino ad annullarsi, e i trasformatori in serie vengono ad essere alimentati con l'intera tensione esistente fra 1 e 6. Continuando la rotazione si arriva ad avere M a tensione intermedia fra 6 e 7 e l'interruttore K scatta da L ad N dopo che la spazzola connessa ad E si è portata sul contatto 7. Continuando in tal modo si ottiene la variazione voluta nella tensione fino al limite permesso dall'apparecchio.

I principali vantaggi di questo tipo di regolazione consistono nella possibilità di costruire un apparecchio robusto atto a ben sopportare eventuali corti circuiti; dato che gli unici elementi disposti in serie colla linea sono dei trasformatori; inoltre l'apparecchio costa meno di quelli di altri tipi. Presenta però il difetto di avere contatti striscianti ad alta tensione, e inoltre richiede un dispositivo a parte per la correzione dello sfasamento della tensione.

*

I survoltori sincroni hanno essi pure bisogno di dispositivi speciali per permettere la variazione di fase della tensione.

Il regolatore a induzione si rivelò il più adatto al servizio a cui doveva essere destinato e fu questo appunto il tipo prescelto nell'impianto in questione. I vantaggi di questo tipo di regolatore sono così riassunti dall'autore: costruzione robusta, atta a sopportare i corti circuiti, semplicità di operazioni, costo modesto, si presta per istallazioni all'aperto, esige poca manutenzione e finalmente non ha organi in rotazione.

Nella sottostazione all'aperto, di Filadelfia, furono installati due regolatori a induzione trifasi a 60 periodi, della potenza di 1750 kVA con isolamento in olio e raffreddamento ad acqua, capaci di dare una variazione del 9% ad un circuito a 13 600 volt.

La fig. 4 rappresenta uno dei regolatori. Possono essere azionati a mano od a motore. L'altezza di ciascuno è di circa m 3,60, il diametro

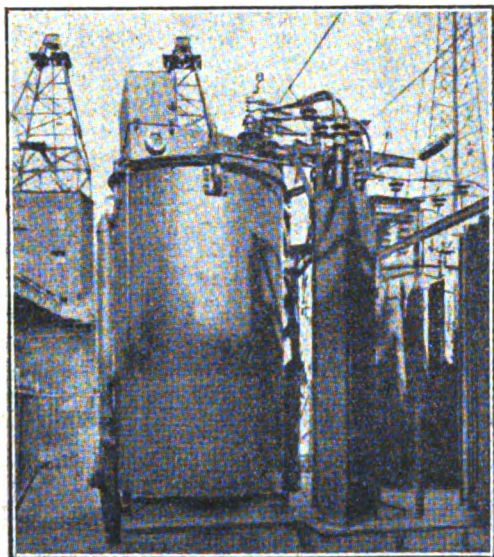



Fig. 4. — Vista di uno dei tre regolatori da 1750 kVA.

di 1,50 m e il peso, compreso il riempimento d'olio sale a 25 tonnellate. La perdita a pieno carico è di 40 kW per ogni regolatore.

I regolatori possono essere staccati dalla linea con manovre semplicissime. Essi sono garantiti per resistere a correnti di corto circuito di intensità pari a 15 volte il normale.

Gli organi di comando dei motori chè azionano i regolatori sono montati sugli stessi pannelli delle linee nella Centrale generatrice allo scopo di facilitare le operazioni. Un apposito quadrante con indice mobile è disposto per ogni regolatore ad indicare la fase della tensione del regolatore stesso.

La fig. 5 fa vedere come il vettore tensione del regolatore possa avere due differenti angoli di sfasamento; rappresentando e_3 la caduta

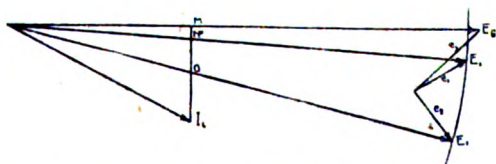



Fig. 5. — Diagramma vettoriale indicante le due possibili posizioni della tensione del regolatore.

di tensione prodotta nell'impedenza della linea dalla corrente I_L, è evidente che la tensione del regolatore può assumere la posizione l_1 oppure e_2 per raggiungere la tensione E_1 delle sbarre di arrivo.

La fig. 6 rappresenta, colle curve in essa tracciate, le condizioni in cui avviene la trasmissione di energia su una delle linee quando l'altra, essendo alimentata con 20 000 kVA a fattore di potenza 0,85, fornisce quantità variabili di energia a fattore di potenza 0,90 alle tre utenze di cui si è sopra detto. Le curve A, B, C, D, mostrano il

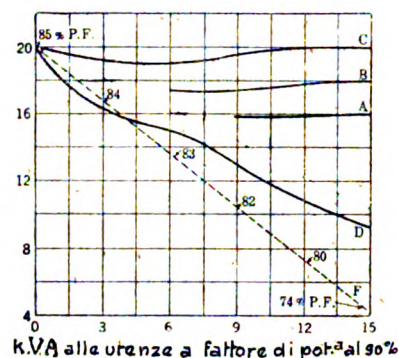



Fig. 6. — Diagramma del numero di kVA che è possibile trasmettere in varie condizioni.

numero di kVA che possono essere trasmessi con fattore di potenza 0,85 rispettivamente con una caduta di tensione fra gli estremi da 0%, 1%, 2%, 3%. La curva F indica i kVA trasmessi dalla linea connessa alle utenze industriali e porta indicati in vari punti il fattore di potenza corrispondente a quella particolare condizione di carico.

L'Autore assicura che l'esperienza ha dimostrato che il funzionamento del dispositivo installato per la regolazione della tensione e del fattore di potenza è assai soddisfacente. Non si verificano generalmente rapide fluttuazioni di carico su queste linee e perciò non si è incontrata grande difficoltà per mantenere il fattore di potenza voluto.

R. S. N.

:: :: :: CRONACA :: :: ::

ELETTROCHIMICA ED ELETTROMETALLURGIA.

La pratica dei forni elettrici. — Potranno riuscire interessanti alcune notizie, tolte da una relazione di W. F. Cahill, sul funzionamento di un forno elettrico Héroult da 2 tonn, della Treadwell Gold Mining Co,. in Alaska, cui serve per getti di ghisa e acciaio.

Quando il coke costa L. 270 (oro) per tonn., e la ghisa ha un prezzo relativamente alto, il costo dei getti dal forno elettrico è minore di quello delle fusioni nel cubilotto a coke, in cui avviene anche che il ferro fuso, attraversando lo strato di coke incandescente, assorbe solfo, e l'aria soffiata ossida parte del silicio, introducendo gas nel metallo. Tutto ciò tende a renderlo duro, e occorre, come rimedio, aggiungere ghisa per diluire il solfo e ristabilire la proporzione di silicio.

Nel forno elettrico invece il ferro è fuso in atmosfera neutra o riducente, è affinato sotto scoria di carburo di calcio che elimina il solfo, senza sottrarre silicio; non occorrono correzioni, e la composizione si può regolare; l'arricchimento di silicio o manganese si può fare con introduzione diretta nel metallo fuso, di cui la temperatura è direttamente regolabile dall'operatore. Lo scarico può farsi da una o più bocche, ad intervalli. Poca riparazione si richiede dopo ogni colata, che produce il consumo di 9 - 22 kg di magnesite. L'alta temperatura permette di colare getti di ghisa bianca anche in spessori molto sottili, e la conversione, mediante aggiunta di minerale, di parte della carica di ghisa grigia in bianca. Il calo è minore che non nei cubilotti e, oltre la purezza dei getti, non si hanno esclusioni di gas.

Accade spesso che all'inizio gli elettrodi non facciano sufficiente contatto col sommo della carica e la corrente non passi. Un buon rimedio è l'aggiunta di poche palate di tornitura pulita e, in casi estremi, di coke, portando la corrente in cima della carica finchè non si abbia un arco nutrito.

Tre o quattro volte per settimana si fanno le colate di ghisa, di mattina mentre che nel pomeriggio se ne fa una d'acciaio, ordinario, ad alto tenore di carbonio o speciale. La fusione di rottami di acciaio, nel forno freddo, ha dato dapprima molte noie. Pare che, iniziandosi la fusione al sommo sotto gli elettrodi, l'acciaio cola sulla suola fredda di magnesite e la brucia. Intanto l'arco prosegue la sua azione discendendo finchè si forma un bagno d'acciaio fuso; ma resta sul fondo dell'acciaio solido che non si può fondere senza surriscaldare e danneggiare il forno. Il disturbo sembra dovuto a difetto di circolazione, per essere il metallo caldo al sommo. Si può ovviare aggiungendo minerale, che provoca l'ebollizione del metallo fuso e così scopre quello freddo. L'ematite è molto utile perchè di effetto pronto e non influisce troppo sulla scoria. Occorre verificare spesso lo stato del fondo perchè dopo che l'acciaio è stato scoperto, la continuazione dell'ebollizione porterebbe via la magnesite e danneggerebbe la scoria. Occorre stare molto

attenti alla distanza degli elettrodi dal fondo, per impedirne la foratura; appena essa diventa pericolosa, si riduce la corrente e si riportano gli elettrodi alla distanza normale.

La subitanea mancanza di corrente è un inconveniente grave. Una volta, mentre era quasi pronta una colata d'acciaio, essa mancò per rottura della linea, fino al giorno seguente, e la carica si raffreddò nel forno. Scalpellando la scoria sotto gli elettrodi si riuscì ad avviare il circuito e per evitare il surriscaldamento e la diminuzione del tenore di carbonio, si aggiunsero, rispettivamente, minerale e ghisa. Con queste aggiunte alternate si riuscì a colare nettamente in 5 ore.

Il modo di far la carica influisce sull'andamento della fusione. L'entità del materiale e dei rottami deve regolarsi secondo le varie posizioni nel mucchio, mettendo i pezzi piccoli in alto e, tra essi e gli elettrodi, un piccolo pezzo di coke che fa miglior contatto ed evita i forti colpi di corrente all'inizio. La regolazione a mano è sostituita da quella automatica.

La potenza assorbita raramente giunge al massimo di 850 kW; normalmente sta fra 500 e 600 kW. Dopo che si è formato un arco stabile, a circa 5' dall'inizio, si sparge della calce intorno agli elettrodi per costituire la scoria basica, e altra se ne aggiunge man mano che la fusione procede. Se il materiale fuso e l'arco riverberano troppo calore contro la cupola, è bene, per preservarne il rivestimento, aggiungere man mano piccoli rottami freddi.

e. m. a.

IMPIANTI.

La distribuzione dell'energia elettrica nei quartieri di Londra. — E. M. Lacey, in collaborazione con B. Dawson e W. M. Selvey, ha elaborato e presentato alle autorità municipali di West Ham e di Poplar (quartieri del N.-E. di Londra), un progetto di riordinamento della distribuzione d'energia elettrica nelle zone nord-orientali della grande area londinese. Le officine elettriche principali verrebbero costruite lungo il Tamigi e genererebbero corrente trifase a 50 periodi e 6600 v, da trasmettersi a 33 000 v. Il complesso problema verrebbe risolto per gradi, ed il progetto si comincierebbe ad eseguire per la zona più industriale, il cui presente consumo annuo d'energia elettrica è d'oltre 165 milioni di kWh, ma si prevede che fra 6 anni sarà più che raddoppiato; con gl'impianti esistenti la potenza disponibile in tale zona per l'inverno 1921-22 sarà di circa 92 000 kW. Il progetto prevede la costruzione di una grande officina elettrica a Dagenham, la quale in un primo tempo sarebbe atta a generare 64 000 kW, e sarebbe provvista di 5 turbo-alternatori da 20 000 kW, di 20 caldaie a tubi d'acqua, di surriscaldatori, d'economizzatori, di rifornitori meccanici di carbone, ecc.; la sua potenzialità definitiva dovrebbe portarsi a 400 000 kW. Il costo totale dell'officina è preventivato in 2 500 000 sterline; quello degl'impianti di trasmissione per 72 000 kW in 1 100 000 sterline. Si prevede di poter vendere l'energia al prezzo di L. it. 0,08 al kWh, calcolando la sterlina alla pari.

M. Ma.

RADIOTELEGRAFIA E RADIOTELEFONIA.

Esperienze di ricezione r. t. in Argentina. — Il gruppo della *Telefunken* ha organizzato, fin dall'autunno 1919, una serie di ricerche sperimentali sulla ricezione di segnali r. t. europei in vari punti dell'Argentina, allo scopo di raccogliere elementi per un futuro collegamento r. t. Una stazione ricevente fu fatta in una località a 70 km da Buenos Aires utilizzando un'antenna a telaio di 28×68 *m* di lato sostenuta da due piloni di 40 *m*. Altre stazioni furono fatte a Bahia Blanca ed a Trelew (1000 km più a Sud di Buenos Aires). La tabella seguente dà un'idea dei risultati, che furono ottenuti facendo stazione a Florida, presso Buenos Aires, con un'antenna a telaio di circa 30 m di lato sospesa a un pilone di 50 m di altezza.

Mese	Numero dei giorni			Parole ricevute	Intensità relativa media	
	di osservazione	di ricezione	di ricezione completa		degli atmosferici	dei segnali
Giugno 1920	25	17	14	6138	4,0	1,9
Luglio	31	28	28	12083	3,5	2,1
Agosto	31	20	20	6226	3,9	2,0
Settembre	30	14	14	4908	7,3	1,6
Ottobre	31	14	14	5844	8,7	1,7
Novembre	28	10	10	2308	6,9	1,0

Si rileva facilmente come il passaggio dalla stagione fredda (luglio-agosto) a quella calda (dicembre-gennaio) sia accompagnato da una crescente difficoltà di ricezione e come in ogni caso, nelle condizioni indicate, pur essendosi avuta assai spesso la ricezione completa di molti telegrammi, non si possa parlare di un vero servizio commerciale. Sopratutto dannoso è l'incremento degli atmosferici, i quali nella stagione calda, oltre che più intensi, diventano anche assai più variabili e capricciosi. Le prove eseguite molto più a Sud di Buenos Aires hanno deluso la speranza che spostandosi verso zone più lontane dall'equatore la ricezione potesse migliorare e in genere le variazioni da un luogo all'altro non sono state molto sensibili.

Poichè gli apparecchi usati in queste esperienze erano ancora dei modelli 1919, i tecnici tedeschi sperano che grazie ai nuovi apparecchi, assai più sensibili e perfetti, con cui le esperienze si stanno attualmente continuando, sia possibile ottenere risultati che garantiscano di effettuare un collegamento r. t. regolare e sicuro fra l'Europa e l'Argentina. (E. T. Z. 1921 N. 26 - pag. 707).

*

Disturbi atmosferici e lunghezza d'onda più favorevole. — Un fatto osservato fin dai primi tempi della radiotelegrafia consiste in ciò che, quando l'aereo ricevente viene regolato per lunghezze d'onda crescenti, i disturbi atmosferici aumentano rapidamente di intensità e di numero, indicando che, se essi hanno una propria frequenza caratteristica, questa è prevalentemente una frequenza piuttosto bassa. Tuttavia su questo punto non si hanno finora indicazioni quantitative precise ed è ora quasi generalmente ammesso, che i disturbi atmosferici siano in gran parte dovuti ad impulsi elettromagnetici non oscillatori od almeno notevolmente smorzati. Fu questa la supposizione fatta da Abraham nel 1919, esaminando la ragione per la quale il telaio di ricezione è in generale meno sensibile ai disturbi atmosferici, che non l'antenna aperta. Nella *Radio Review*, (Vol. II, N. 10, Ottobre 1921 - Pag. 524) L. B. Turner applica la formula di Abraham al calcolo della lunghezza d'onda più favorevole da adoperare per una data portata, in modo da ottenere non già il massimo di potenza ricevuta, bensì il massimo rapporto fra l'intensità dei segnali e quella degli atmosferici. Le lunghezze d'onda calcolate risultano molto più corte di quelle ottenute soltanto in base alla considerazione della potenza ricevuta. Che questo sia un fatto della massima importanza è evidente a chiunque abbia familiarità col funzionamento delle stazioni di grande portata. Invero, quando i telegrammi non possono essere ricevuti, non è generalmente perchè i segnali sono troppo deboli, ma perchè gli atmosferici sono troppo forti.

M. Z.

TRAZIONE ELETTRICA.

L'elettrificazione della Torino-Ronco. — Rileviamo dalla stampa politica la notizia che sul tratto Torino-Villafranca d'Asti sono già state eseguite prove in corsa di locomotive a velocità di 100 km/ora. Appena ultimate le modificazioni ad alcuni cavalcavia le prove saranno estese a tutto il tronco Torino-Asti. I risultati ottenuti sono dichiarati perfettamente soddisfacenti.

★

Elettrificazione della ferrovia del Brennero. — Come è noto la ferrovia del Trentino e dell'Alto Adige fino al Brennero, che appartiene alla Südbahngesellschaft, è attualmente esercitata dalle Ferrovie dello Stato. Secondo informazioni pubblicate da giornali tedeschi, l'amministrazione ferroviaria italiana paga mensilmente alla società una quota di affitto ed ha già provveduto da qualche tempo a installare in Rovereto un ufficio di progetti per l'elettrificazione della linea Verona-Bolzano-Brennero, da studiarsi in relazione con l'utilizzazione delle forze idroelettriche del Trentino. I predetti giornali prevedono che tale elettrificazione non sarà molto sollecita, anche perchè, in base agli accordi intervenuti, l'esercizio della Südbahn da parte delle F. S. sarebbe per ora regolato solamente fino al 1922. A quell'epoca occorrerà venire a una decisione definitiva riguardo al possesso della ferrovia, decisione che quei giornali prevedono favorevole alla società, «perchè la maggioranza delle azioni è nelle mani di capitalisti francesi».

VARIE.

Nazionalismo scientifico. — I lettori ricorderanno forse la recente lettera ([1]) del collega Carini a proposito della campagna veramente sorprendente che si svolge in Francia per attribuire al Branly la scoperta della radiotelegrafia. Ora il Sig. Ing. N. Valais di Nancy ci scrive una letterina accompagnandoci una colonna di giornale (*L'Echo de Paris* del 9 agosto 1921), intitolata «La dotation nationale à Edouard Branly». E' nota certamente l'iniziativa sorta a Parigi e coronata da largo successo, per dotare mediante una sottoscrizione nazionale il laboratorio del vecchio ed illustre fisico francese, laboratorio che a quanto si dice langue miseramente per mancanza di mezzi. Ora l'iniziativa è bellissima e degna di essere citata ad esempio, ed il Branly è certamente meritevole dell'onore che gli si rende; ma che bisogno v'era di falsare la verità e di ripetere ormai come un ritornello, e l'articolo che abbiamo sott'occhio ne è la prova, che Branly è «tout court» l'*inventore della radiotelegrafia*. Dal canto nostro non ci resta che confermare quanto scrivevamo a proposito della lettera dell'ing. Carini e specialmente la conclusione con cui chiudevamo il nostro commento. E ci fa piacere, sebbene le frasi ci sembrino un po' forti ed un po' troppo generalizzatrici, di ritrovare ora nella lettera del nostro lettore *francese* delle espressioni come queste: «Le ho mandato il gornale, affinchè possa misurare la grandezza del *toupet* francese nel voler conquistare l'invenzione della T. S. F. Nella loro giusta festa a Branly hanno voluto mettere in luce un po' dell'orgoglio ereditato dalla Germania, per adornare le loro *blagues* abituali».

([1]) *L'Elettrotecnica*, 5 luglio 1921, vol. 8, N. 19, pag. 429.

NORME, LEGGI, DECRETI E REGOLAMENTI

Provvedimenti in caso di deficienza o mancanza di energia elettrica.

Decreto N. 1653 *della raccolta ufficiale delle leggi del Regno - Gazz. Uff. N.* 282 *del* 2 *Dicembre* 1921.

Visto il Regio decreto 28 dicembre 1919, n. 2547, che autorizza i prefetti del Regno ad emanare speciali provvedimenti in caso di deficienza o mancanza di energia elettrica;

Udito il Consiglio dei ministri;

Sulla proposta del presidente del Consiglio dei ministri, ministro dell'interno, di concerto coi ministri dei lavori pubblici, dell'industria e commercio e del lavoro;

Abbiamo decretato e decretiamo:

Art. 1. — In aggiunta alle facoltà loro demandate dal R. decreto-legge 28 dicembre 1919, n. 2547, i prefetti del Regno sono autorizzati, nelle Provincie ove si manifesti grave deficienza di energia elettrica, ad ordinare, valendosi eventualmente anche della requisizione, l'uso o la riattivazione nella massima efficienza degli impianti termici, mediante l'esecuzione di lavori che si rendessero a tal fine necessari.

Siffatta disposizione è applicabile agli impianti termici sia che essi appartengano a produttori o venditori di energia elettrica, ovvero ad utenti per i propri bisogni.

La facoltà di requisizione compete ai prefetti anche per le quantità di energia, comunque prodotta, che risultino non usate o non convenientemente utilizzate nei riguardi dell'interesse generale.

Art. 2. — I provvedimenti relativi all'energia per ferrovie, tramvie, miniere o fabbriche di combustibili, di cui all'ultimo comma dell'art. 1 del R. decreto 28 dicembre 1919, n. 2547, sono adottati dal ministro dei lavori pubblici sentito il parere della seconda sezione del Consiglio superiore delle acque.

Art. 3 — Per intensificare la produzione negli impianti d'energia idroelettrica o per fornire dell'acqua necessaria gli impianti termici, i provvedimenti a norma del R. decreto 9 ottobre 1919, n. 2161, su le derivazioni e utilizzazioni d'acque pubbliche, saranno adottati, occorrendo, di ufficio, anche su proposta dei prefetti o dei commissari regionali di cui all'articolo seguente.

Art. 4. — Il presidente del Consiglio dei ministri, di concerto col ministro dei lavori pubblici, col ministro dell'industria e col ministro del lavoro, ha facoltà di nominare commissari regionali, autorizzati a coordinare e promuovere i provvedimenti previsti ai fini del su citato decreto Reale 28 dicembre 1919, n. 2547 e del presente decreto.

I commissari regionali esamineranno le condizioni locali con ampie facoltà ispettive e di controllo su la produzione e sui consumi dell'energia elettrica.

Su proposta di detti commissari, i prefetti, valendosi delle facoltà loro spettanti ai sensi dell'art. 3 del testo unico 4 febbraio 1915, n. 148, della legge comunale e provinciale, del R. decreto 28 dicembre 1919, n. 2547, e del presente decreto, emetteranno i relativi provvedimenti.

Art. 5. — Spetta al ministro dei lavori pubblici, sentita la seconda sezione del Consiglio superiore delle acque, la risoluzione delle eventuali divergenze nella valutazione dei bisogni delle diverse Provincie. Per tale esame interverranno anche alle adunanze della seconda sezione del predetto Consiglio un rappresentante del Ministero del lavoro e della previdenza sociale, un rappresentante del Ministero dell'industria e un rappresentante della Giunta tecnica pei lavori contro la disoccupazione.

Art. 6. — I ricorsi contro i provvedimenti emanati in dipendenza del presente decreto non hanno effetto sospensivo.

Art. 7. — L'accertamento delle spese effettuate per la produzione dell'energia termica, in dipendenza dei provvedimenti emanati in virtù del presente decreto ed il conseguente reparto saranno devoluti alle Commissioni arbitrali di cui ai Regi decreti legge 31 ottobre 1919, n. 2264, e 13 marzo 1921, n. 288, ed in caso di contestazione per questioni interessanti il territorio di più Provincie decide la Commissione arbitrale centrale di cui ai decreti stessi. In tal caso i due membri in rappresentanza delle parti contendenti saranno di volta in volta da queste designati.

Art. 8. — Il presente decreto ha la durata di un anno ed entrerà in vigore dalla data della sua pubblicazione nella *Gazzetta ufficiale* del Regno. Esso sarà presentato al Parlamento per essere convertito in legge.

Ordiniamo che il presente decreto, munito del sigillo dello Stato, sia inserto nella raccolta ufficiale delle leggi e dei decreti del Regno d'Italia, mandando a chiunque spetti di osservarlo e di farlo osservare.

Dato a Roma, addì 1° dicembre 1921.

VITTORIO EMANUELE

Bonomi - Beneduce - Micheli - Belotti.

Visto, *Il guardasigilli*: Rodinò.

Associazione Elettrotecnica Italiana

Eretta in Ente morale il 3 Febbraio 1910

Echi del Congresso in Sicilia.

Dall'Ing. Vismara abbiamo ricevuto la seguente lettera che ben volentieri pubblichiamo:

Egr. Sig. Redattore Capo,

perdoni se rubo un po' di spazio nella nostra Rivista per una comunicazione personale.

Dopo il Congresso in Sicilia ho ricevuto così numerosi telegrammi e lettere di ringraziamento, che davvero non so come rispondere personalmente ad ognuno dei colleghi che ha voluto aggiungere a tanti ringraziamenti fatti a voce prima di lasciarci altri per iscritto. Non per pigrizia, ma per mancanza di tempo approfitto della Rivista per dire a tutti che le parti devono invertirsi, giacchè sento di dover io ringraziare colleghi ed amici, i quali con la visita in Sicilia mi hanno dato una delle più grandi soddisfazioni alle quali può aspirare un uomo di lavoro; quella di mostrare a persone competenti il frutto del proprio lavoro.

Coi migliori saluti

Milano, 30 *Novembre* 1921.

EMIRICO VISMARA.

*

Notizie delle Sezioni

SEZIONE DI BOLOGNA.

La sera del 30 Novembre 1921 alle ore 21 il Socio Ing. *Rinaldi*, Direttore onorario delle Ferrovie, tenne una conferenza sul tema: « L'avvenire della elettrotrazione e degli impianti idroelettrici d'Italia » di cui si pubblicherà prossimamente il testo.

La Comunicazione dell'Illustre Consocio fu attentamente seguita dal numerosissimo uditorio e vivamente applaudita.

Stante l'ora tarda, non seguì quella discussione che suol chiudere ogni interessante Comunicazione alla nostra Associazione. Essa sarebbe stata quanto mai interessante sia per la personalità dell'oratore, che per le idee sostenute, colle quali forse non tutti, potranno dichiararsi d'accordo.

I Soci e gli Abbonati che non avessero ricevuto un numero dell'ELETTROTECNICA potranno avere una seconda copia gratuita purchè ne facciano domanda alla Amministrazione del Giornale (Via San Paolo, 10 - Milano) entro un mese dalla data del fascicolo non ricevuto.

I Soci vitalizî o perpetui sono i più benemeriti della Associazione. .. .. ..

TEDESCHI GIOVANNI FU GIOVANNI, *gerente responsabile* — ARTI GRAFICHE VARESINE - VARESE

VOL. VIII (XXV degli Atti) 25 Dicembre 1921 N. 35-36

L'ELETTROTECNICA

GIORNALE ED ATTI DELLA

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

REDAZIONE ED AMMINISTRAZIONE: VIA SAN PAOLO, 10 - MILANO - TELEFONO N. 20-86

REDATTORE CAPO: A. BARBAGELATA - REDATTORI: U. BORDONI - M. SEMENZA - G. VALLAURI

È GRADITA LA COLLABORAZIONE DEI LETTORI - GLI ARTICOLI DI INTERESSE GENERALE ACCETTATI DALLA REDAZIONE SONO COMPENSATI

GLI SCRITTI DEI SINGOLI AUTORI NON IMPEGNANO LA REDAZIONE E QUELLI DELLA REDAZIONE NON IMPEGNANO L'A. E. I.

I MANOSCRITTI NON SI RESTITUISCONO

Col presente numero doppio compensiamo i soci e gli abbonati del numero 15 Agosto, soppresso per le ferie annuali della tipografia.

A. E. I.

Compiono venticinque anni. Il 27 Dicembre 1896 circa centoventi elettrotecnici ed industriali si riunivano, in una sala concessa dalla direzione del Politecnico di Milano, sotto la presidenza di Galileo Ferraris e costituivano solennemente l'Associazione Elettrotecnica Italiana. L'idea era nata nell'Agosto dello stesso anno durante il Congresso internazionale di Elettricità tenutosi a Ginevra sotto gli auspici delle principali associazioni elettrotecniche straniere. I numerosi italiani convenuti a Ginevra sentirono dolorosamente l'assenza ufficiale dell'Italia a quel congresso ed affidarono ad una commissione, presieduta da Galileo Ferraris e formata dagli Ingegneri Arnò, Cauro, Ceretti, Mengarini, Panzarasa e Pinna, il compito di predisporre uno schema di statuto. Lo schema fu esaminato e discusso in una riunione tenutasi il 20 Settembre a Genova, in occasione del congresso nazionale degli ingegneri e si deliberò di indire l'Assemblea costitutiva dell'Associazione a Milano, entro il Dicembre. E il 27 Dicembre l'A E I fu costituita.

Non è il caso qui di ricordarne il rapido e meraviglioso sviluppo. Poichè la prima manifestazione solenne dell'attività del sodalizio si ebbe in occasione della prima riunione annuale, tenuta dal 24 al 27 Ottobre del 1897 in Milano, la Presidenza ed il Consiglio Generale hanno deliberato, com'è noto, di rinviare al prossimo autunno, in occasione della riunione annuale, la celebrazione ufficiale e solenne del venticinquennio dell'A. E. I. Avremo quindi campo di ritornare ampiamente sulla confortante storia del nostro Sodalizio che ha saputo mettersi in prima linea fra le associazioni nazionali del genere, che ha pubblicato norme e statistiche, ha creato un giornale, è intervenuto più di una volta ufficialmente nella vita della Nazione, ha riunito gli elettrotecnici italiani in una vera grande famiglia, ne ha tenuto alto il nome all'estero ed oggi si avvia trionfalmente verso i suoi quattromila soci. Di tutto riparleremo ampiamente, ma abbiamo voluto ricordare ai consoci la odierna ricorrenza per incitarli ancora una volta a dare con entusiasmo il loro contributo allo sviluppo ulteriore dell'Associazione, perchè questa possa trovarsi, alla celebrazione del suo venticinquennio, in un periodo di vita intensa e rigogliosa, di utili affermazioni e di promettenti iniziative, e sia più che mai lecito l'augurio *Ad majora!*

La recente conferenza internazionale di Parigi.

Una nuova, notevole affermazione della nostra A. E. I. si è avuta in occasione della recente riunione indetta a Parigi dall'*Union des Syndicats de l'Electricité* per esaminare e discutere internazionalmente tutti i problemi relativi al collegamento delle grandi centrali ed alle grandi reti di distribuzione. Riportiamo più avanti un'ampia cronaca della riuscitissima riunione: qui ci piace rilevare come la delegazione italiana, condotta dal nostro Presidente Generale Ing. Del Buono, non solo sia stata accolta con grande cordialità dai colleghi francesi e dagli altri tutti, ma abbia avuto frequenti occasioni di partecipare utilmente alle discussioni. I nostri colleghi presentarono alla conferenza tre relazioni: una dello stesso ing. Del Buono sulla legislazione italiana relativa agli impianti elettrici, una del Norsa sui collegamenti dei nostri impianti ed una del Prinetti sugli isolatori; ma su tutti gli argomenti discussi essi seppero parlare assai ascoltati. Il nostro Paese è sempre stato all'avanguardia, in Europa, per i suoi impianti idroelettrici: i problemi di collegamento fra centrali idrauliche a regime diverso per il più razionale e completo sfruttamento delle risorse idrauliche — problemi che solo durante e dopo la guerra sono stati presi seriamente in esame negli altri paesi — erano stati da tempo praticamente risolti, sia pure con minor grandiosità di mezzi, dai nostri industriali e dai nostri tecnici. Era quindi la voce dell'esperienza che in molti casi parlava per bocca dei nostri delegati ai colleghi convenuti da 13 differenti Paesi.

Quanto all'organizzazione della conferenza di Parigi ci basta far notare che oltre 60 rapporti erano stati preventivamente stampati e distribuiti agli intervenuti, cosicchè i relatori poterono limitarsi a brevissime esposizioni riassuntive e le discussioni poterono svolgersi ampie ed organiche. Da anni insistiamo sulla necessità per le nostre adunanze, di un simile procedimento, che assai lodevolmente l'attuale Presidenza si era proposta di adottare per Palermo. Non possiamo che insistere ancora una volta perchè la non giustificata riluttanza di tanti nostri colleghi ad un siffatto ordine di cose, ceda finalmente di fronte all'interesse superiore della buona riuscita delle nostre riunioni tecniche.

In materia di elettrificazione.

Nella varia attività della nostra Associazione — possiamo citare oggi ancora la partecipazione al congresso per la silvicoltura di cui diamo notizia nella cronaca e le iniziative della Presidenza generale per il lavoro delle sezioni — si può notare con particolare piacere la promettente ripresa della Sezione di Bologna. Essa ha recentemente aperte le sue riunioni con una conferenza dell'ing. RINALDI sui problemi dell'elettrificazione, della quale diamo più avanti il testo. E' piuttosto raro il caso di un ingegnere delle ferrovie che venga fra gli elettrotecnici a parlare di elettrificazione e noi non possiamo che compiacerci dell'esempio dato dal Rinaldi augurandoci ch'esso abbia a trovare imitatori. L'ing. Rinaldi ha sostenuto il sistema trifase ed ha anche insistito sulla necessità di un intervento diretto delle Ferrovie dello Stato nella produzione dell'energia. Ricordiamo che, a Trento, il voto dell'A. E. I. fu decisamente contrario all'ingerenza delle FF. SS. nella produzione dell'energia elettrica necessaria alla trazione: perciò ci piace di additare ai consoci le argomentazioni del Rinaldi che sono senza dubbio degne della maggior considerazione.

Su un nuovo tipo di accumulatore leggero.

Al problema della trazione si ricollega in parte la discussione intorno ad un nuovo tipo di accumulatore leggero, iniziatasi tempo addietro con uno scritto dell'ing. Rossi, e ripresa oggi dallo stesso Rossi in una lettera, e dall'ing. APOLLONJ, in un articolo di.... parere contrario. Dell'accumulatore Pouchain, di cui si tratta, nessuna notizia diretta ci pervenne mai, cosicchè i nostri lettori lo hanno dapprima conosciuto attraverso la critica del Rossi. Oggi, di fronte ai dati ed alle cifre dell'ing. Apollonj, così promettenti, si rimane dubitosi e dobbiamo veramente augurarci che l'inventore voglia rendere pubblici dati sperimentali precisi e concreti, i quali possano sgombrare il terreno della discussione da quanto è « fatto » restringendo così l'eventuale ulteriore dibattito a quanto può essere « apprezzamento ». Ci sembra che l'Associazione Elettrotecnica Italiana ed il suo giornale siano il campo più indicato per rendere noto ogni nuovo risultato sperimentale che possa avere una notevole influenza sullo sviluppo delle applicazioni elettriche.

Sull'attuale deficienza di energia.

Pubblichiamo oggi l'annunciata nota di *Spectator* augurandoci che le sue critiche e le sue proposte trovino qualche risposta. Certamente il problema è assai grave coinvolgendo tutto lo sviluppo dei nostri impianti idroelettrici, ed è da sperarsi che Spectator si inganni, com'egli stesso desidera, nelle sue previsioni piuttosto pessimiste e che l'anno nuovo veda una alacre e fervida ripresa di lavori per la costruzione di nuovi impianti idraulici.

La psicologia degli "abbachi" ed il calcolo meccanico delle linee aeree.

Come facevamo notare in occasione di una pubblicazione del Prof. Colonnetti [1] il calcolo meccanico delle linee, trascurato completamente per molti anni dalla grande maggioranza dei tecnici ha dato occasione in questi ultimi tempi ad una fioritura di studi e diagrammi, pubblicati in massima parte sul nostro giornale. Oramai, almeno per quanto riguarda il calcolo delle freccie e delle tensioni nelle campate dei conduttori sospesi, l'argomento si può ritenere esaurito e i vari mezzi di calcolo basati sui grafici a disposizione dei tecnici sono quanto di più rapido e sicuro si possa desiderare. E' da notarsi tuttavia che molte volte l'impiego di un grafico, anche semplicissimo, e tale che, a chi l'ha creato per proprio uso, riesce addirittura intuitivo, risulta assai poco agevole ad altri, così che molti preferiscono ricorrere ancora volta per volta alla faticosa risoluzione di equazioni di grado elevato. E' evidente che l'impiego di qualunque diagramma, perchè possa riescir utile, deve essere preceduto da un po' di studio e di esercitazioni pratiche, e questo è l'ostacolo contro il quale molti s'arrestano. Lo stesso fenomeno, in misura incomparabilmente più vasta ed importante, si ritrova nella fobia che molti risentono per l'uso del regolo calcolatore, uno degli strumenti di indiscusso e maggior valore per l'ingegnere, e di cui nessuno può disconoscere l'influenza preponderante nella moderna vita professionale.

A questa inerzia propria di molti tecnici, si aggiunge l'abitudine mentale all'esame dei casi particolari, la quale conduce spesso chi si occupa di problemi d'ingegneria a ricercare continuamente nuove forme grafiche che, in confronto delle altre, hanno il solo vantaggio d'esser state studiate e tracciate da chi se ne deve poi servire. Così facendo è però inevitabile, anche se non si producono dei veri doppioni, di raggiungere il risultato inverso di quello cercato perchè si finisce coll'avere a disposizione una tale quantità di abbachi da rendere veramente imbarazzante la scelta. E molti così ritornano inevitabilmente al punto di partenza e si giovano di metodi puramente analitici ancorchè ciò risulti molto più lungo e infinitamente meno comodo.

Concludendo, mentre lo scopo dei grafici è duplice e cioè di permettere la risoluzione di problemi che necessitano una certa conoscenza della matematica, anche a persone che non la posseggono, e di accelerare grandemente le operazioni di calcolo, spesso il moltiplicarsi, forse inevitabile, di tali grafici, rende presso che irraggiungibili entrambi questi scopi.

Nel caso particolare del calcolo delle freccie e delle tensioni, due sono i sistemi base di tracciamento dei grafici; l'uno seguito inizialmente dal Blondel e successivamente dal Semenza, si serve di curve aventi per ordinate i valori veri delle freccie, o delle tensioni, e delle temperature; l'altro, indicato per primo dal Besser nel 1910, e seguito poi in ordine cronologico dal Gronda, dal Colonnetti ed ora dal Thomes, si serve di curve aventi per ordinate le variazioni del rapporto freccia / campata o quelle del rapporto allungamento / lunghezza del filo.

Dei due sistemi il secondo è il più generale, perchè l'identico diagramma può servire, senza modificazioni, per conduttori di metalli diversi, mentre col primo occorre tracciare un diagramma per ogni metallo.

Per converso il primo sistema è di gran lunga più semplice e spedito nell'uso pratico.

L'abbaco del THOMES che oggi pubblichiamo, si differenzia dagli altri della stessa famiglia, per il più esteso campo di applicazione e per una maggior facilità di lettura, e ci è sembrato perciò opportuno portarlo a conoscenza dei nostri lettori.

LA REDAZIONE.

[1] Vedasi *L'Elettrotecnica*, 15 Novembre 1920.

L'AVVENIRE DELLA ELETTROTRAZIONE E DEGLI IMPIANTI IDROELETTRICI IN ITALIA

Comm. Ing. RINALDO RINALDI

:: Comunicazione presentata alla Sezione di Bologna :: il 30 novembre 1921 ::

Egregi Colleghi,

Forse vi meraviglierete che io, non elettrotecnico, mi presenti a Voi, per parlare dell'*Avvenire della elettrotrazione e degli impianti idroelettrici in Italia*, ma l'argomento, che del resto non tratterò dal punto di vista scientifico, è di tale attualità e così suggestivo che vorrete perdonarmi se non ho saputo resistere al desiderio di comunicarVi le mie impressioni più che le mie osservazioni, desunte da quel poco che è stato fatto finora, specialmente in fatto di trazione elettrica, circa il molto che si può e si deve fare ancora in scala molto più vasta per trarre dai nostri corsi d'acqua l'energia necessaria alle varie industrie compresa quella dei trasporti per ferrovia ed ai diversi servizi cittadini di luce e di forza.

A Voi tutti è noto che dopo gli studi immortali del nostro grande Galileo Ferraris sui campi rotanti, si andarono rapidamente estendendo gli impianti idroelettrici e l'applicazione dell'energia elettrica come forza motrice negli stabilimenti industriali ed anche alla trazione di vetture su alcune linee tramviarie, ma fu solamente poco prima del 1900 che si pensò a fare esperimenti per applicarla alla trazione dei treni su linee ferroviarie.

Molti di Voi ricorderanno pure che fra gli esperimenti eseguiti dalle due Società Ferroviarie Adriatica e Mediterranea, il più cospicuo fu quello delle linee Valtellinesi, il quale dimostrò come il sistema trifase possa soddisfare alle esigenze di un regolare e normale servizio ferroviario meglio del sistema a corrente continua, con terza rotaia, applicato sulle linee Varesine e dei due sistemi con accumulatori applicati l'uno sulla Milano-Monza e l'altro sulla Bologna-San Felice.

La condizione essenziale alla quale i sistemi esperimentati dovevano soddisfare per essere *dichiarati riusciti* dalla apposita Commissione Governativa era questa: che l'esercizio a trazione elettrica non dovesse presentare inconvenienti maggiori di quello a trazione a vapore.

Or bene, i due esperimenti con accumulatori naufragarono completamente perchè dimostrarono, oltre ad altri inconvenienti, che date le speciali modalità del servizio ferroviario, il trasporto di numerosi viaggiatori e di un forte tonnellaggio di merci che si verifichi non in modo continuativo, ma solo in certi giorni della settimana ed in certe ore del giorno non può effettuarsi con treni leggieri e frequenti, anche con l'impianto di un costosissimo servizio di blocco e richiede invece treni lunghi e pesanti da comporsi con un numero maggiore o minore di vetture o di carri secondo le circostanze che possono sopraggiungere anche d'improvviso.

L'esperimento delle Varesine dimostrò lo stesso inconveniente di quelli ad accumulatori, benchè in minor grado, perchè applicato per linee sulle quali era possibile un servizio continuativo, più regolare, di viaggiatori e perchè era reso colà possibile aumentare ogni volta che lo abbisognasse la composizione dei treni.

L'esperimento invece delle Valtellinesi col sistema trifase dimostrò che è sempre possibile il trasporto di grandi e pesanti unità di treno, ricorrendo, ove sia necessario, alla doppia ed anche alla tripla trazione come colla trazione a vapore; anzi colla trazione elettrica nel caso dell'attacco di un doppio ed anche di un triplice locomotore il movimento è molto più dolce e regolare perchè senza scosse le quali invece sono quasi inevitabili colla trazione a vapore.

Coloro i quali non riescono a persuadersi quanto grande sia la differenza tra il servizio tramviario e quello ferroviario tanto che continuano ad illudersi circa i vantaggi che ritengono possibili attivando treni leggeri e frequenti, invece di treni pesanti distanziati di parecchie ore fra loro, nella giornata, dovrebbero considerare che la circolazione dei treni sulle ferrovie è regolata sul principio che sopra uno stesso tratto di linea ad un solo binario (limitato tra due stazioni o tra due sezioni di blocco) non possono transitare contemporaneamente due o più treni, mentre la circolazione delle vetture tramviarie è regolata a vista dei conduttori. Pertanto sulle ferrovie anche una sola vettura automotrice ha la stessa importanza, nei riguardi della circolazione, di un treno lungo e pesante ed è quindi evidente che nelle ferrovie non può la successione dei treni effettuarsi con quella frequenza facile ad ottenersi sulle tramvie.

Inoltre sulle ferrovie si deve sempre essere in grado, meno casi eccezionalissimi, di offrire al pubblico, più o meno numeroso, un nu-

mero di posti sufficiente e si deve quindi poter aumentare o ridurre secondo le circostanze la composizione dei treni.

Se poi trattasi del trasporto di merci, conviene che questo venga fatto con treni composti di molti vagoni piuttosto che molti piccoli treni; ed anzi l'esperienza ha dimostrato che il trasporto delle merci è tanto più conveniente quanto più sono potenti le macchine che lo eseguiscono e quindi più pesante il convoglio.

Queste sono le ragioni per cui fu ritenuto l'esperimento Valtellinesi col sistema trifase più rispondente alle esigenze di un vero servizio ferroviario, come fu anche meglio dimostrato in seguito all'applicazione dello stesso sistema alla galleria del Sempione, alle linee di accesso a Genova ed alle linee Savona-Ceva e Torino-Modane, specialmente durante la guerra durante la quale si resero importantissimi servizi agli eserciti alleati della Francia e dell'Inghilterra.

Comunque i vantaggi della trazione elettrica rispetto alla trazione a vapore sono ormai indiscutibili e si possono riassumere nei seguenti principali:

Sostituzione dell'energia idraulica alla termica che ci fa risparmiare carbone che si deve importare da paesi stranieri e quindi ci esonera da pagamenti all'estero sia per l'acquisto del carbone sia per il trasporto del medesimo per mare e per terra.

A questo riguardo è da notarsi che allorquando il Ministro Prinetti nominò la Commissione i cui studi portarono ai quattro esperimenti sopra ricordati, si riteneva che l'applicazione della trazione elettrica potesse convenire alle linee secondarie nell'intento principale di aumentarne il traffico colla frequenza dei treni e col ribasso delle tariffe. Invece l'esperienza dimostrò, come del resto era facile intuire, che la convenienza della trazione elettrica è molto maggiore sulle linee di grandissimo traffico, come quelle di accesso al porto di Genova, ove era assai forte il consumo del carbone, che sulle linee di piccolo traffico.

L'esperienza ha pure dimostrato prima della guerra che fino a che il prezzo del carbone si mantiene al di sotto di lire cinquanta per tonnellata, la convenienza della trazione a vapore è maggiore di quella della trazione elettrica fatta, beninteso, astrazione dal danno dei pagamenti all'estero, ma al di sopra di detto prezzo, la convenienza si inverte in favore della trazione elettrica.

Durante e dopo la guerra il prezzo del carbone essendo asceso ad un livello fantastico, la convenienza della trazione elettrica si rese sempre più manifesta tanto che col risparmio del carbone ottenuto sulle linee elettrificate, tutte le spese fatte per l'elettrificazione delle medesime rimasero ammortizzate con grande beneficio del Paese.

Altri vantaggi della trazione elettrica sono la soppressione del fumo nelle gallerie e conseguente assenza di precipitazioni sulfuree che danneggiano rapidamente il materiale d'armamento e la regolarità di marcia dei treni a doppia trazione e nelle discese coi motori inseriti che generano corrente di ricupero.

I due vantaggi della soppressione del fumo e della regolarità di marcia sono facilmente apprezzabili da coloro che viaggiano sul tratto Ronco-Genova esercitato a trazione elettrica e sul tratto Porretta-Pistoia ancora esercitato a vapore.

Nel momento in cui fu attuato l'esperimento Valtellinese, il sistema trifase era quello che aveva segnato il maggiore progresso per la trazione elettrica essendone stata fatta una applicazione di qualche importanza ad una tramvia di Buda-Pest dalla Casa Ganz.

La Società esercente la Rete Adriatica dovendo mantenere l'impegno assunto col Governo di fare un esperimento di trazione elettrica col sistema trifase sulle linee Valtellinesi si accordò colla suddetta Casa Ganz affinchè sulle linee medesime venisse adottato il sistema applicato a Budapest. All'atto pratico però si riconobbe che ciò che poteva essere ammesso e tollerato sopra una linea tramviaria non è ammissibile nè tollerabile sopra linee ferroviarie specialmente se di traffico intenso. Pertanto l'applicazione fatta dalla Casa Ganz in Italia dovette essere modificata e migliorata allo scopo di adattarla alle esigenze di un vero servizio ferroviario in modo che essa rispondesse alla condizione stabilita di non dare inconvenienti maggiori di quelli che si verificano colla trazione a vapore.

Questo tengo a dichiarare ripetutamente affinchè coloro i quali vorrebbero esperimentare tutti i sistemi di trazione che si vanno di mano in mano proponendo, abbiano ben presente che anche i sistemi che si presentano come i migliori, sotto il punto di vista scientifico-tecnico, hanno bisogno di essere adattati non solo alle condizioni speciali di ogni paese ma sopra tutto alle esigenze dei trasporti per ferrovia, e che per conseguenza, col procedere a nuovi esperimenti, oltre ad esporsi a nuove e gravi responsabilità, specialmente per la erogazione di spese assai rilevanti, non si fa che ritardare lo sviluppo della trazione elettrica anzichè dargli maggiore impulso.

L'Italia ha fatto il suo grande esperimento di trazione elettrica in Valtellina col sistema trifase, sostenendo qualche sacrificio di denaro, ed ha saputo adattare questo sistema alle esigenze dei grandi trasporti tanto che ha potuto estenderlo a linee, come quelle di accesso al Porto di Genova, sulle quali, oltre ad un traffico intensissimo, sono concentrate, si può dire, tutte le difficoltà che offre un servizio ferroviario, ottenendo dei risultati, anche durante la guerra, che si possono dire meravigliosi; non avrebbe quindi ragione, per ora, di cambiare sistema.

E' un fatto però che dopo le applicazioni del sistema trifase fatte in Italia, altri sistemi furono esperimentati e si contendono il campo su tutto il mondo, come il sistema monofase che sembra voglia prendere piede specialmente in Svizzera ed il sistema a corrente continua ad alto potenziale che va sviluppandosi in America. E' però da notarsi che la Svizzera benchè paese montuoso non ha, essendo un altopiano, eccettuate pochissime linee, valichi a forti pendenze, come quelli dell'Appennino in Italia, e che l'America ha condizioni topografiche e siderurgiche ben diverse da quelle del nostro Paese. Perciò non è ben dimostrato che ciò che può andar bene in Svizzera ed in America, vada bene anche in Italia.

Al sistema trifase si fa colpa di richiedere una attrezzatura di linea assai complicata; e ciò è vero. Ma è però da tenersi presente che all'atto pratico questa complicazione non ha create quelle difficoltà che a prima vista sembrerebbero inevitabili, perchè nello spazio di oltre vent'anni da che fu applicato il sistema in Italia, non si ebbero mai a lamentare incidenti di qualsiasi genere che abbiano avuto conseguenze piuttosto gravi. Si ebbero più volte fulminazioni di isolatori, cadute di fili e strappamenti di parti di scambi aerei con rotture frequenti di trolley, ma questi guasti furono prontamente riparati senza che ne siano derivati gravi inconvenienti alla circolazione dei treni e danni ai viaggiatori. Occorre soltanto una continua e diligente sorveglianza sulle linee aeree da parte del personale che vi è addetto.

Si considera pure come un difetto del sistema trifase la difficoltà di prestarsi a diverse velocità ma è da considerarsi che tale difficoltà si può attenuare all'atto pratico con disposizioni tecniche che consentano due o più velocità e mediante l'uso di un reostato quale è stato perfezionato dalle Ferrovie dello Stato, specialmente negli avviamenti. Comunque la costante velocità anzichè essere un difetto si è risolta in un vantaggio del sistema specialmente nei riguardi dell'osservanza dell'orario.

Altri difetti si rimproverano al sistema trifase e che è inutile che io vi esponga perchè sono ben noti a Voi tutti.

✱

Comunque la Commissione Governativa incaricata di studiare l'applicazione della trazione elettrica in Italia, ha deciso:

1°. Di continuare le applicazioni del sistema trifase nelle regioni dell'Italia Superiore dove tale sistema ottenne già un certo sviluppo.

2°. Di fare un esperimento di trazione elettrica con corrente continua ad alto potenziale sulla Foggia-Napoli.

3°. Di fare un esperimento di trazione, pure trifase, con corrente alla periodicità industriale anzichè al periodo 16 e 3/4, sulle linee intorno a Roma.

✱

Dopo tale decisione il Governo ha già provveduto allo stanziamento di notevoli somme in base ad un vasto programma, secondo il quale la trazione elettrica verrebbe applicata ad uno sviluppo di linee di oltre quattromila chilometri che corrisponde ad 1/3 circa dell'intera rete Statale.

Ora io credo che noi dobbiamo sottoscrivere pienamente senza riserve a questo programma augurandoci per il bene del nostro Paese e per il lieto avvenire del nostro servizio ferroviario che esso venga attuato al più presto.

Riguardo però al tempo che occorrerà per svolgere un programma così importante io temo che non potrà essere tanto breve quanto si vorrebbe. Alla sollecitudine desiderata si opporranno due grandi difficoltà:

1° — La produzione dell'energia occorrente.

2° — La fornitura dei locomotori.

✱

Circa l'energia è da notarsi che il Governo coll'autorizzare le Ferrovie dello Stato ad acquistarla da coloro che la producono al prezzo di costo da stabilirsi a termine dell'art. 7 del Decreto Legge 2 Marzo 1920, forse ha creduto di raggiungere fra gli altri vantaggi anche quello di poterla avere in un tempo più breve di quello che sarebbe necessario per produrla direttamente, ma come dirò in appresso parlando in genere degli impianti idroelettrici, la difficoltà dei finanziamenti e gli alti prezzi dei materiali e della mano d'opera sono tali da lasciare temere che gli impianti idroelettrici non potranno essere eseguiti con molta rapidità senza un intervento finanziario dello Stato.

E' vero che questo ha fissato per legge un sussidio di L. 40 (quaranta) annue per ogni cavallo nominale medio per una durata di quindici anni, oltre ad una sovvenzione annua per quindici anni di L. 0,15 per ogni chilo di rame impiegato per linee del peso superiore a mille kg al chilometro, di lire 0,20 per le linee del peso da 500 a 1000 kg per ogni chilometro e di L. 0,25 se il peso è inferiore a kg 500 per ogni chilometro di linea, ma tali sussidi stante l'alto costo dei materiali e della mano d'opera risultano in molti casi insufficienti. E' vero eziandio che le Ferrovie dello Stato sono disposte a fare contratti per forniture di energia al prezzo di costo, da determinarsi secondo l'articolo 7 del Decreto legge 2 Maggio 1920 e colla condizione di versare annualmente una metà circa dell'importo corrispondente per tutta la durata della fornitura come canone fisso invariabile allo scopo appunto di rendere possibile il finanziamento, ma anche tale condizione, certo molto apprezzabile, non è in ogni caso sufficiente a raggiungere lo scopo.

Comunque la fornitura del macchinario elettrico richiede molto tempo, almeno tanto tempo quanto è necessario per eseguire i lavori di terra e murari, per cui è necessario commettere detto macchinario appena si iniziano gli indicati lavori.

Circa la fornitura dei locomotori è da notarsi che non sono molte le Ditte industriali che si siano specializzate nella costruzione dei locomotori dei tipi adottati dalle Ferrovie dello Stato, in modo da poterne produrre in un anno il numero che sarebbe necessario, tanto che a coloro che si lamentano che poco si sia fatto e si faccia di applicazione di trazione elettrica, si può per ora affermare che in Italia tanto si può fare di trazione elettrica quanto di locomotori elettrici, dappoichè non è l'attrezzatura della linea che faccia perder tempo.

✶

Circa lo sviluppo degli impianti idroelettrici l'Ing. D. Civita ha tenuto una notevole conferenza allo scopo di illustrare *il lavoro fatto finora, che si sta facendo e si farà in un prossimo avvenire dalle aziende elettriche, di prospettare l'evoluzione tecnica dell'industria della produzione, della trasmissione e della distribuzione dell'energia, per meglio chiarire l'attuale tendenza tecnica, di mostrare come i problemi legislativi ed economici che ad essa si connettano, siano strettamente legati al problema tecnico e di trarre da tutto ciò gli elementi di quelle direttive che Parlamento, Governo e Paese, dovrebbero seguire per corrispondere alle reali esigenze della nostra economia.*

Ed a tale scopo l'ingegnere Civita si diffonde a dimostrare quanta mole di lavoro e quali problemi abbiano saputo svolgere e risolvere le aziende elettriche private e come la presente deficienza di energia non sia attribuibile ad inerzia delle medesime ma sia in gran parte addebitabile al Governo che non ha saputo *agevolare in tutti i modi coloro che rischiano i propri capitali per compiere una funzione essenziale alla vita economica del Paese e per creare il nuovo demanio idroelettrico*, ed arriva a concludere che *l'azione del Governo, pur lasciando la massima libertà all'iniziativa privata dovrebbe intervenire per mantenere all'industria elettrica il suo carattere strettamente industriale, impedendole di cadere sotto la speculazione*, e prosegue:

A completare i lavori in corso e quelli in progetto e di imminente esecuzione che complessivamente rappresentano circa un milione di kW occorrono circa tre miliardi. Oggi un impianto si considera possibile quando costi meno di una lira per kWh in conto capitale e il programma è appunto di fornire al paese almeno altri 3 o 4 miliardi di kWh. Il capitale privato, spaventato, non darà mai tale cifra e su quello estero ormai disgustato non si può fare più assegnamento. Deve quindi studiarsi il modo per fare intervenire lo Stato a mezzo dei propri istituti di credito, tale e quale come è intervenuto ed interviene per le altre opere pubbliche o di pubblico interesse e per le ferrovie o tramvie extra urbane.

Io dichiaro subito che faccio piena adesione a questa conclusione perchè è da tempo, cioè fino dall'epoca dei primi impianti idroelettrici che io reclamo dal Governo ed insisto anche con gli scritti, che per detti impianti, i quali hanno insieme colle Ferrovie e colle Bonifiche una notevole influenza sulla vita economica del nostro Paese, venga fatto per lo meno lo stesso trattamento che Esso fa alle Ferrovie ed ai Lavori di bonifica. Il Governo infatti sussidia largamente le Ferrovie, anche quelle che per lunghissimi anni non renderanno mai tanto da compensare neppure le spese di esercizio ed è pure largo di aiuto alle bonifiche che non rimunereranno il capitale impiegatovi se non dopo lungo tempo, mentre non sussidia sufficientemente gli impianti idroelettrici che a loro volta forniscono energia alle Ferrovie ed alle bonifiche e che rimunerano prontamente il capitale impiegato oltre a rimborsare le spese di esercizio.

La conferenza dell'Ing. Civita che contiene indubbiamente osservazioni molto giuste e fornisce dati interessanti, ha però una intonazione più favorevole alle aziende elettriche private che a quelle costituite da Enti Pubblici in quanto che lamenta che siasi *manifestata nel grosso pubblico una tendenza favorevole all'intervento statale.* Ora a me sembra che questa tendenza non sia del tutto ingiustificata dal momento che si invocano dallo Stato larghi sussidi, senza dei quali non si può sperare, specialmente in certe regioni d'Italia, in quel rapido sviluppo degli impianti elettrici e della elettrotrazione che è nel desiderio di tutti, attendendosi da questo sviluppo la soluzione dei molti ed importanti problemi egregiamente enumerati dall'Ing. Civita. Fin dove l'iniziativa privata può fare da sè, cioè senza larghi sussidi governativi, è giusto e ragionevole che lo Stato si astenga dall'intervenire, ma quando e dove questa iniziativa non agisce abbastanza rapidamente o minaccia di arrestarsi senza un valido soccorso del pubblico erario, non si può pretendere che lo Stato si disinteressi e non intervenga come non può sorprendere che lo Stato ed in genere gli Enti Pubblici Provincia e Comune, i quali sono chiamati a sussidiare largamente gli impianti idroelettrici ritengano più conveniente di assumere essi stessi la costruzione e l'esercizio degli impianti medesimi. E' la solita ragione che condusse lo Stato all'assunzione diretta della costruzione e dell'esercizio delle ferrovie ed al suo intervento nei rapporti esistenti fra le ferrovie secondarie o tramvie ed il personale di esse.

D'altronde nel campo della utilizzazione delle forze idriche, a scopo di produrre energia elettrica, vi è posto per tutti cioè tanto per le aziende private quanto per le aziende pubbliche e sì le une che le altre possono dare ottimi risultati se saggiamente amministrate; si possono infatti citare esempi di aziende pubbliche che prosperarono e di aziende private che rovinarono e viceversa. Importa sopratutto che le aziende private le quali agiscono certamente con maggiore scioltezza e maggiore rapidità di decisioni, non si lascino sedurre dal miraggio di lauti guadagni con danno dei consumatori e che le aziende pubbliche si spoglino di quella pesante bardatura burocratica, causa principale della lentezza, che è la caratteristica di quasi tutti gli uffici governativi. Occorre, in altri termini, che le une e le altre limitino quanto più è possibile le spese di ogni genere interessandone il personale senza rinunciare all'equa rimunerazione del Capitale e mirino unicamente e costantemente a soddisfare nel miglior modo e col minor prezzo possibile i bisogni del pubblico.

E' necessario eziandio che le une non ostacolino le altre limitandosi ognuna al rispettivo campo di azione, dappoichè ogni contrasto fra loro, anche minimo, si risolve in danno della sollecitudine e della economia dei lavori.

✶

Se pertanto si vuole che gli impianti idroelettrici si moltiplichino rapidamente in modo da poter fornire nel più breve tempo possibile quella quantità di energia elettrica che è necessaria per risolvere i numerosi problemi dai quali dipende in gran parte l'indipendenza economica e l'avvenire industriale del nostro paese, è necessario sopratutto che il nostro Governo consideri detti impianti alla stessa stregua colla quale ha considerato finora e considera tuttora le Ferrovie e le Bonifiche, cioè quali fattori indispensabili dell'economia nazionale, che gli impianti dell'Appennino si colleghino e si integrino con quelli delle Alpi per sussidiarsi a vicenda nelle epoche delle magre dei fiumi rispettivi e che tutte le regioni d'Italia e specialmente quelle del Mezzogiorno concorrano insieme con quelle più progredite in fatto di impianti elettrici a creare quel vasto demanio idroelettrico preconizzato dai più veggenti e che le diverse Aziende, sia pubbliche che private, le quali producono o si propongono di produrre energia elettrica, cessino di combattersi tra loro e si accordino in un programma ben chiaro e definito da svolgere ognuna nel rispettivo campo di azione. Si dia ormai tregua a quel conflitto ozioso che da tempo travaglia i nostri tecnici volendo gli uni sostenere che la produzione della energia deve essere affidata alla iniziativa privata e gli altri che essa sia compito dello Stato, e si lasci pure piena libertà allo svolgimento dell'iniziativa privata, ma non si contesti allo Stato, alle Provincie ed ai Comuni la convenienza di provvedere direttamente alla costruzione ed all'esercizio di quegli impianti che nell'interesse pubblico si stima più utile.

Seguendo questi criteri potremo creare in un avvenire non molto lontano, una vera miniera del così detto carbone bianco, in luogo della miniera di carbone nero che purtroppo non possediamo, cosicchè, come la fortuna dell'Inghilterra è dovuta in gran parte ai suoi giacimenti carboniferi, è da sperarsi che anche la fortuna della nostra Italia possa risorgere a più alti destini colle acque dei propri fiumi.

Egregi Colleghi,

Da quel poco che Vi ho detto non avrete appreso gran che di nuovo, ma ho creduto opportuno di dirvelo per dimostrarvi che io benchè giunto ad una tarda età, presso al termine della vita, non ho perduto quella fede che da oltre venti anni ho sempre avuto nell'avvenire degli impianti elettrici e nella elettrotrazione, fede che vorrei trasfondere in Voi per il bene del nostro Paese. So che non tutti hanno

avuto ed hanno il mio entusiasmo e purtroppo mi tocca talvolta di leggere articoli di giornali o conferenze nei quali si tenta di gettare un grido d'allarme circa i programmi di elettrotrazione che si credono eccessivi, come se nel fatto si fosse raggiunto, con gli impianti eseguiti, quel limite estremo oltre il quale le spese non sarebbero più giustificate e potrebbe rimanerne compromesso il pubblico erario.

Noi siamo ben lontani da questo limite perchè molto ci resta da fare, non dico per raggiungerlo ma soltanto per avvicinarlo. L'opera di critica infondata non può avere altro effetto che quello di spegnere la fede che è il segreto dei successi, e di rendere sempre più incerta l'azione governativa.

Io non posso chiudere questi miei brevi cenni senza ricordare il vecchio Direttore Generale delle Ferrovie Meridionali, Secondo Borgnini che volle la piena riuscita dell'esperimento Valtellinese concorrendovi con tutti i mezzi necessari e tre Colleghi a noi molto cari; due di essi abitarono lungamente la vostra città e sono i signori Ingegneri Enrico Cairo e Pietro Lanino che progettarono e portarono a buon punto il grande esperimento Valtellinese, il terzo è l'Ingegnere Alfredo Donati, bolognese, il quale continuò e perfezionò l'opera dei precedenti ed ora dirige gli importanti lavori di trazione elettrica sulle Ferrovie dello Stato. A questi egregi vada il memore saluto dell'Associazione Elettrotecnica di Bologna.

Ed ora piacemi di raffigurarvi come in sogno, questa nostra regione Emiliana coperta da una fitta rete di fili stesa fra le Alpi e l'Appennino che trasporti le potenti energie sprigionate dalle nevi eterne e dalle alti sorgenti e raccolte nelle valli profonde per trainare i pesanti treni delle nostre ferrovie, per animare vecchie e nuove industrie, grandi e piccole, per dare luce alle Città, ai Paesi ed alle borgate, per soddisfare ai bisogni domestici di illuminazione e di riscaldamento, per muovere natanti sui canali navigabili, per prosciugare terreni soggetti alle acque; per far manovrare macchine agricole, insomma per dare pratica utilizzazione a tutto ciò che il Genio Umano ha saputo inventare per soddisfare ai nostri bisogni ed alle nostre comodità.

Un sogno così radioso io non lo vedrò completamente realizzato!... Lo vedrete Voi. Questo è l'augurio che faccio a Voi ed al mio Paese come chiusa della mia povera conferenza.

SUL CALCOLO DELLE LINEE DI TRASMISSIONE COLL'ABACO DEL PROF. G. COLONNETTI

Ing. EDOARDO THOMES

Mentre i problemi relativi alle linee elettriche di trasmissione ad alta tensione appassionano più che mai i tecnici ed è manifesta la tendenza a facilitare, per gli usi pratici, la risoluzione di detti problemi, non sempre accade che i metodi proposti all'uopo presentino quella semplicità ed evidenza da imporli senz'altro anche a quelli cui manca il tempo o la famigliarità per il calcolo.

Così, per le determinazioni che si riferiscono ai conduttori di una linea di trasmissione d'energia, fra gli abachi proposti quello del Prof. G. Colonnetti (V. *Elettrotecnica* del 25-11-1920, Anno VII, N° 33) offre certamente tutti i requisiti di generalità e precisione che si possono desiderare, ma — appunto per la sua generalità — non si presenta, nel caso specifico delle linee elettriche, di una applicazione tanto immediata e completa che lo faccia consigliare senz'altro nell'uso della pratica.

Mi è parso che con qualche modificazione ed aggiunta potesse riuscire di grande utilità anche agli elettricisti, dato che consultando una sola tavola e con metodi puramente grafici si rendeva possibile con esso la risoluzione dei principali problemi che interessano la posa di una linea aerea ed ho creduto quindi presentarlo sotto il nuovo aspetto che assume.

L'abaco del Prof. Colonnetti fornisce i valori della caratteristica $\frac{s-l}{l}$ dell'arco di catenaria secondo il quale si dispone in equilibrio una fune pesante (essendo s la lunghezza dell'arco ed l quella della campata) oppure della freccia f, in funzione della tensione totale H sopportata dalla fune, per un determinato valore del peso complessivo Q della fune stessa. L'abaco è costituito da una serie di curve per valori del peso che stanno fra loro come i numeri dall'uno al venti. Ecco come viene adottato:

a) Riferendo le curve non solo al peso del conduttore per la campata che si considera, ma anche alla lunghezza della campata e determinando per ogni diametro di conduttore più in uso nelle linee aeree di qualche importanza (a partire da 50/10 fino a 10 mm di diametro per i fili, fino a 100 mm² e più di sezione per le corde di rame) una famiglia di curve formanti una tavola, nella quale, come si è detto, ogni curva corrisponda ad una lunghezza determinata della campata ed al carico dovuto al suo peso.

b) Stabilendo sopra ogni tavola l'inclinazione rispetto all'orizzontale di una retta che fornisce le variazioni della freccia in funzione della temperatura: data la caratteristica $\frac{s_1-l}{l}$ per la temperatura t_1 di posa della linea, il valore della caratteristica $\frac{s_2-l}{l}$ alla temperatura t_2 si ha dalla relazione:

$$\frac{s_2-l}{l} = \frac{s_1-l}{l} + \gamma\,(t_2 - t_1) \qquad (1)$$

essendo γ il coefficiente di dilatazione lineare del metallo.

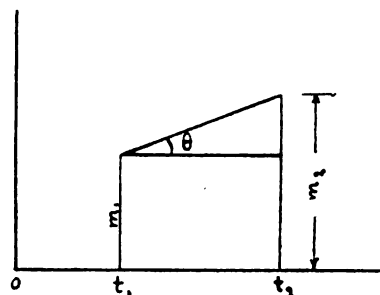



Fig. 1.

Facendo nella fig. 1 $m_1 = \frac{s_1-l}{l}$ ed $m_2 = \frac{s_2-l}{l}$ si ricava:

$$\text{tag}\ \theta = \frac{m_2 - m_1}{t_2 - t_1}$$

e dalla (1) si ottiene:

$$\text{tag}\ \theta = \gamma$$

c) Tracciando sopra ogni tavola un'altra retta inclinata, rispetto alla verticale, dell'angolo α, per il quale (V. articolo sopra citato):

$$\text{tag}\ \alpha = EF$$

essendo E il modulo di elasticità a trazione del conduttore ed F la sua sezione. Poichè per ogni tavola $E\,F$ = cost., se per il punto M di una curva di peso Q si conduce una retta che faccia l'angolo α colla verticale, si viene a tagliare la curva di peso Q' in un punto M' che ci definisce la configurazione di equilibrio del conduttore quando — mantenendo costante la lunghezza l della campata — il suo peso sia divenuto Q'

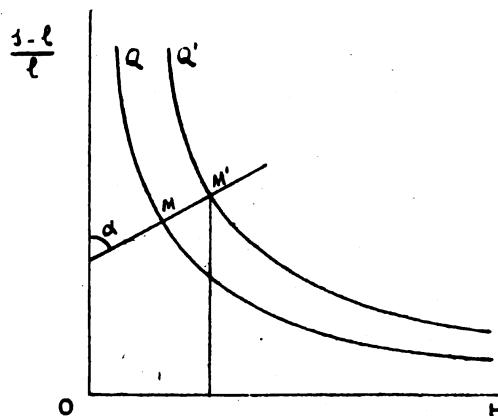



Fig. 2.

In conclusione l'abaco ci permetterà così di risolvere molto facilmente i due problemi essenziali che interessano il calcolo meccanico di una linea:

1° — fissata la tensione unitaria alla quale si vuole tendere un conduttore ad una data temperatura, ricavare la freccia relativa a quella temperatura e la freccia corrispondente ad una temperatura qualunque.

2° — stabilito il carico che dovrà sopportare il conduttore, determinare la tensione cui sarà sollecitato; oppure, essendo fissata la tensione unitaria al momento della posa, determinare il carico che potrà sopportare al limite di elasticità.

La tavola qui annessa è calcolata per un filo del diametro di 10 mm e per una corda di rame avente sezione pressochè uguale (78,25 mm²), costituita da 19 fili del diametro di mm 2,29, diametro della corda 11,5. In alto sono tracciate le rette che ci danno gli angoli θ ed α (linee piene), essendosi preso $\gamma = 18 \times 10^{-6}$ ed $E = 11\,820$ kg/mm².

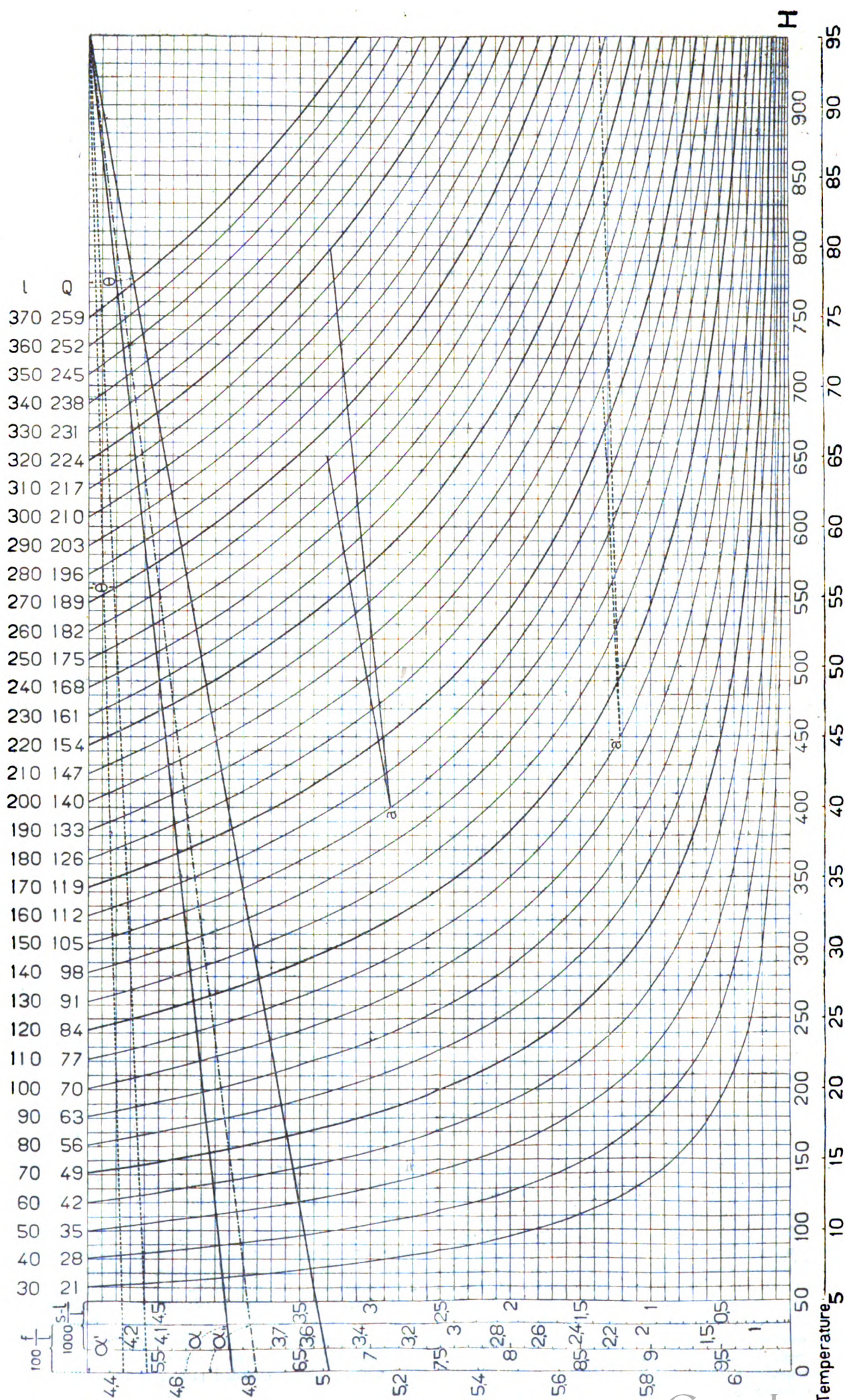



Fig. 3

Le linee tratteggiate — partenti dallo stesso punto comune alle prime due — danno gli angoli θ' ed α' da utilizzarsi, come si vedrà in seguito, quando si voglia estendere il limite di applicazione della tavola; allo scopo altresì di ottenere i valori di f per valori di $\frac{s-l}{l}$ oltre il limite superiore dell'asse dell'ordinate, la scala di queste è stata prolungata rivolta in basso, in modo che per un valore di $s-l$ uguale ad es. a 7, si ricava il corrispondente valore di f sull'ultima scala a sinistra e risulta $= 5,125$.

Esempio 1° — Si consideri una campata di 150 m e si voglia tendere il filo (Diamm. 10 m/m) a 5,1 kg/mm² ($H = 400$) a 15° centigradi.

Il valore corrispondente della freccia è dato sulla scala delle $\frac{l}{f}$, dall'ordinata del punto (a), punto della curva $l = 150$ e di ascissa $H = 400$:

$$100 \cdot \frac{f}{l} = 3,27 \text{ m}$$

da cui:

$$f = \frac{150 \times 3,27}{100} = 4,90 \text{ m.}$$

Volendosi la freccia alla temperatura di 40°, si conduca dal punto (a) la parallela alla retta che ci dà l'angolo θ: il salto di temperatura essendo di 25°, si determinerà l'incontro di tale parallela colla verticale per il punto $40 + 25 = 65$ (scala delle temperature) e si avrà in corrispondenza:

$$\frac{100\,f}{l} = 3,52 \text{ m}$$

ed $f = 5,28$ m.

Supponiamo ora che, per l'ubicazione della linea, il sovraccarico massimo dovuto alla pressione del vento e della neve si possa considerare di 80 gr. per metro di lunghezza e per mm di diametro del filo, cioè di 120 kg. Il peso complessivo del conduttore risulterà di 225 kg e l'incontro della retta per (a) — inclinata di α rispetto alla verticale — colla curva $Q = 224$, ci darà il punto di ascissa $H = 797$ kg cui corrisponde una tensione unitaria di 10,2 kg/mm².

Esempio 2° — Data la tendenza attuale alle lunghe campate, non riuscirà superfluo far vedere come la tavola qui annessa si presti per determinare le freccie e le tensioni anche quando i valori di queste cadono oltre i limiti della tavola stessa.

Nel caso ad es. di una campata di 220 m, si consideri la curva corrispondente alla campata di metà lunghezza ($l = 110$ m): supponendo di tendere il filo, alla temperatura di 15°, a 5,7 kg/mm², ($H = 450$) si otterrà la freccia relativa moltiplicando per 4, 2², il valore della caratteristica $\frac{s-l}{l}$ e leggendo in corrispondenza il valore $\frac{100\,f}{l}$ [1]. La caratteristica reale, letta sulla scala, sarà:

$4 \times l$, 22 = 4,88, valore cui corrisponde

$$\frac{100\,f}{l} = 4,27 \text{ m}$$

ed $f = 9,40$ m.

Collo stesso procedimento, conducendo per (a) la retta inclinata di θ' colla orizzontale, si ottiene, per la freccia a 40°

$$f = 9,81 \text{ m.}$$

Infine la parallela per (a') alla retta che ci dà l'angolo α' incontra l'ordinata estrema della tavola ($H = 950$ kg) — che corrisponde alla tensione unitaria pressochè al limite di elasticità (12,1 kg/mm²) — poco oltre la curva $Q = 168$. Ciò significa che il sovraccarico al limite di elasticità potrà essere:

$$2 \times 168 - 154 = 182 \text{ kg.}$$

ed anche che la lunghezza della campata fittizia (secondo Blondel) è di $2 \times 240 = 480$ m e quindi il rapporto fra le lunghezze delle campate fittizia e reale risulta:

$$\frac{480}{220} = 2,18 .$$

Trattandosi di adoperare, invece del filo, la corda di rame di cui si è parlato prima (19 fili di 2,29 mm), essendo il modulo di elasticità di questa uguale a 10 000 kg/mm², risulterà tag $\alpha = 790\,000$ e per le determinazioni come agli esempi precedenti, servirà l'angolo θ mentre occorrerà sostituire l'angolo α_1 all'angolo α.

[1] Se invece di considerare la curva metà della curva reale si considerasse quella corrispondente ad 1/3, si dovrebbe moltiplicare il valore ottenuto di $\frac{s-l}{l}$ per 9 e così via. Notisi però che in questo caso dovrebbe essere tag $\theta'' = \frac{\text{tag}\,\theta}{9}$ mentre sarebbe tag $\alpha'' = 9$ tag α.

ANCORA SULL'ACCUMULATORE LEGGERO POUCHAIN

GIULIO M.ª APOLLONJ

Nel mondo degli Elettricisti Italiani hanno suscitato grande interesse i due volumi testè pubblicati contenenti i dati che concernono una quantità di esperienze sull'accumulatore leggero Pouchain eseguite così da chiarissimi Tecnici e Professori come da valenti Tecnici specialisti incaricati dalle Ferrovie dello Stato Italiano.

Anch'io sono rimasto molto interessato dalla lettura dei due suddetti volumi ma non posso nascondere che non sono rimasto altrettanto bene impressionato dall'acredine dell'attacco mosso contro il nuovo accumulatore dall'ing. F. Rossi, nell'articolo comparso nel numero del 25 ottobre corr. anno di questo Giornale.

Mi decido a scrivere il presente articolo solo per cercare di togliere di mezzo molte delle obbiezioni mosse dall'ing. Rossi perchè non mi sembra che sia utile o simpatico studiarsi di stroncare sul nascere una valida iniziativa che tende a risolvere un problema, la cui soluzione tanto può interessare l'economia nazionale.

Debbo consentire coll'ing. Rossi che i dati contenuti nei due volumi citati mancano di organicità tanto che a prima impressione si può credere che da essi non risultino quelli essenziali e necessari per giudicare l'importanza dei risultati ottenuti. Dico però « a prima vista » perchè con un poco di pazienza quei dati che l'ing. Rossi sostiene che manchino si possono tutti ritrovare in uno o l'altro dei due volumi.

Nulla si dice invero della natura intrinseca del nuovo accumulatore ed io non sono in grado di giudicare le ragioni che hanno indotto l'Autore a tacere al riguardo. Ad ogni modo però ha ragione secondo me l'ing. Rossi di ritenere che non possa trattarsi che di una risurrezione dell'accumulatore a zinco.

Non mi sembra però che sia il caso di predire un insuccesso al nuovo accumulatore pel solo fatto che esso è basato sulla combinazione Pb Zn che dal Renyer in poi tanti insuccessi ha veduto. La tecnica moderna ben altre risurrezioni trionfali ci ha abituato a vedere! Che pensiamo infatti ad es. di quei costruttori di macchine a vapore a pistone i quali, all'apparire delle turbine a vapore scrollarono le spalle esclamando, e purtroppo, anche stampando che si trattava di una cosa vecchissima scoperta da Erone tre secoli prima della venuta di Cristo?

Del resto il buon vecchio Orazio ci ammoniva:

« *Multa renascentur quae iam cecidere cadentque*
Quae nunc sunt in honore..... »

E chi può dirci che l'accumulatore a Zn ora rinato non faccia si che cada in oblio l'accumulatore a Pb che adesso è solo in onore?

Dall'esame dei dati sulla F. E. M. del nuovo accumulatore sia a circuito aperto come alla carica ed alla scarica, credo possa arguirsi che il liquido non possa essere costituito da una semplice soluzione più o meno acida di Zn SO4 bensì da una soluzione di vari sali, la cui natura ci è purtroppo sconosciuta.

Venendo al peso dell'elemento completo non comprendo come possa dirsi che esso non è indicato; basta consultare i dati contenuti nelle pagg. 22-38 e 46 del volume sulle Esperienze delle F. S. per vedere che esso è esattamente di kg 8,900 con un peso di lastre di kg 5,3. Lo stesso peso lordo di kg 8,9 dovevano avere gli elementi di cui nel volume Esperienze Varie, studiati dai Proff. Grassi e Montemartini, dal momento che il numero delle lastre, ed il loro peso corrispondono a quello degli elementi delle F. S.

Non è esatto che non sia indicata la tensione a circuito aperto degli elementi F. S.; essa è data alle pagine 14, 15, 16, 17, 39 nel volume delle Esperienze delle F. S. ed è sempre indicata nel volume Esperienze Varie. Di fronte ad un così grande numero di dati, come può dirsi che manchi questo elemento essenziale?

Un'altra grave questione è sollevata poi dall'ing. Rossi, quella del limite minimo di tensione alla scarica tollerabile in pratica.

Parliamoci chiaro; si vuol difendere a qualunque costo l'elemento a Pb o si vuol fare una critica serena dell'elemento Pouchain?

Tutti sanno che l'elemento a Pb *non può* scaricarsi al disotto di 1.8 volt per il solo fatto che, protraendo più oltre la scarica, le piastre sono rovinate dalla solfatazione, dalle crepe che avvengono nella materia attiva, da distorsioni ed altro: nell'elemento Pouchain invece nulla di tutto questo avviene portando anche la tensione di scarica a zero. Come può farsi passare questo, che è uno dei grandi pregi dell'elemento Pouchain, per un grave difetto pratico?

Il Prof. Grassi ha contenuto le sue scariche fra i limiti di 2.5 ed 1,7. Certamente però la scarica si sarebbe ancora potuta protrarre fino a

portare a zero la tensione senza inconveniente di sorta. E che questo limite minimo possa impunemente protrarsi è un fatto largamente provato dalle esperienze riferite ed ha grande importanza specialmente nelle applicazioni automobilistiche.

Infatti noi tutti sappiamo che la maggior parte delle batterie a Pb usate nella propulsione dei camions e degli automobili sono rapidamente rovinate per le scariche eccessive cui le sottomettono gli chauffeurs quando, trovandosi lontani dalla rimessa con gli accumulatori quasi scarichi, la vogliono a qualunque costo raggiungere anche spingendo al disotto di volt 1,8 la tensione degli elementi. Con le batterie Pouchain invece finchè si abbia qualche watt accumulato si può spendere per raggiungere la sospirata meta senza pericolo di ridurle fuori servizio o di accorciarne fortemente la vita.

Trascuro altre critiche cui, in base ai dati contenuti nei volumi in esame, sarebbe assai facile rispondere e vengo senz'altro alla questione del rendimento.

Come può dirsi che dalle tabelle pubblicate non risulti alcun dato circa i rendimenti raggiunti quando il Prof. Grassi in ben 12 esperienze e nei riassunti contenuti a pag. 114, 115, 118 e 119 ci dà tutti gli elementi per la determinazione di essi?

Senonchè le tabelle contenute nelle pagine suddette debbono essere interpretate *cum granu salis*.

E' canone fondamentale nella pratica della manipolazione degli accumulatori che la carica deve arrestarsi quando la tensione cessa di aumentare. Il Prof. Grassi però nelle sue esperienze, per ragioni che mi sfuggono, ma che certamente dovevano avere il loro valore dal momento che furono adottate da uno scienziato così eminente, spinse tutte le cariche molto al di là del limite suddetto. Ora è logico e giusto di sottrarre da tutti i valori delle cariche di ampere-ora ed i watt-ora immessi negli elementi dopo che la tensione massima di carica fu raggiunta.

Infatti è naturale che, oltrepassato detto limite ed esaurito il sale di Zn contenuto nel liquido, tutta l'energia immessa in più nell'elemento fu solo impiegata ad elettrolizzare l'acqua.

Nè si deve tener conto della discesa di tensione notata alla ripresa della carica dopo lunghe interruzioni perchè tale discesa evidentemente non poteva dipendere che dal raffreddamento delle masse metalliche in circuito, conduttori, morsetti, ponti e piastre, e dalla conseguente diminuzione di resistenza.

Del resto, avendo appreso da un'intervista pubblicata nel Giornale d'Italia pochi giorni or sono, che il prof. Miolati aveva avuto occasione di fare recentemente delle determinazioni sull'accumulatore Pouchain, ho voluto attingere le mie informazioni a fonte diretta ed ho saputo che il detto Professore ha riscontrato in elementi del tipo Pouchain F. S., il rendimento dell'86,2% in amper-ora caricando a 12,5 ampere e scaricando a 10 e dell'80% caricando al regime eccessivo di 40 ampere e scaricando a 10.

Questi rendimenti sono uguali, se non migliori (specialmente il secondo pel regime adottato nella carica) di quelli che si riscontrano comunemente nella pratica degli accumulatori a Pb.

Del resto, data la perfetta riversibilità delle reazioni che si debbono verificare nell'accumulatore a Zn, non vi è alcuna ragione scientifica o tecnica perchè questo debba avere un rendimento inferiore a quello dell'accumulatore a Pb.

Come si vede da quanto ho fin'ora esposto, i dati contenuti nei due volumi in esame sono tutt'altro che deficienti e sopratutto non sono *reticenti*, parola questa abbastanza grave che vorrebbe insinuare una mancanza di dati *voluta* per nascondere difetti di funzionamento che non risultano affatto dal numero grandissimo di esperienze esposte in dettaglio.

Quanto alla durata assoluta delle batterie Pouchain purtroppo i dati contenuti nei due volumi non ci danno notizie esaurienti; vi sono però in quello sull'Esperienze delle F. S. sugli accumulatori Pouchain, alcune osservazioni che gettano una luce assai confortante sull'importante questione. Infatti a pag. 51 è riportato un verbale di verifica, debitamente firmato, dal quale risultano due fatti assai importanti e, cioè: 1° che verificati gli accumulatori Pouchain dopo km 20 687 di percorso e 610 ore di servizio, furono trovati in perfetto stato; 2° che le F. S. sentono la necessità di verificare gli accumulatori a Pb ora in uso dopo un percorso ed un numero di ore di servizio corrispondenti a circa la metà delle suddette cifre.

Ma vi è di più: le 50 scariche fatte dal Prof. Montemartini mostrano un andamento molto confortante e tale che induce a ritenere che la durata dell'accumulatore *in efficienza normale* sia molto superiore a quella dell'elemento a Pb. Infatti potrebbe l'Ing. Rossi mostrarci i dati di una serie di 50 scariche di un elemento leggero a Pb, nel quale la tensione e la capacità siano così bene mantenute come in quella riportata dal Montemartini?

Tutti sappiamo che la capacità dell'accumulatore a Pb, dopo un miglioramento iniziale declina poi assai rapidamente, tanto che le capacità esposte nei listini nella pratica corrente non si raggiungono mai o quasi mai e ciò anche dopo pochissime scariche.

Notare che le scariche del Montemartini sono tutte di circa 5 ore, ossia sono fatte ad un regime molto elevato.

Si parla poi come spauracchio della difficoltà di ottenere depositi uniformi a Zn ai bordi, il fatto si sarebbe subito reso evidente dai dati di funzionamento e sarebbe risultato nella revisione degli elementi usati nelle esperienze delle F. S. Ma ciò mai fu riscontrato, il che significa che il Pouchain ha definitivamente superato questa difficoltà contro la quale parecchi altri inventori precedenti ebbero a dar di cozzo.

Ma ormai credo sia inutile proseguire nella critica dell'articolo dell'Ing. Rossi: mi sembra invece più utile fare per mio conto qualche comparazione e mettere in chiaro alcuni pregi del nuovo accumulatore quali risultano dalle esperienze pubblicate.

Prendiamo per termine di comparazione il tipo n. 5 del catologo Hensemberger degli elementi da trazione, (mi perdoni l'Ing. Rossi se non prendo uno dei *suoi* accumulatori Tudor; non lo faccio perchè non possiedo un catalogo).

Le caratteristiche di quest'elemento sono, secondo il catalogo, le seguenti:

Capacità in ampere in 3 ore di scarica	85
» » » » 5 » » »	95
Corrente normale di carica	ampere 15
Peso dell'elemento completo	kg 8,7

L'elemento Pouchain esperimentato dal prof. Montemartini ha dato nella *media di 50 scariche* i seguenti risultati:

Capacità in 5 ore e 4' di scarica . . .	ampere ora 145.35
	watt ora 335.65
Peso dell'elemento	kg 8.900

Prendendo per tensione media di scarica dell'accumulatore Hensemberger il valore di volt 1,92 avremo che al regime di 5 ore di scarica esso fornirà watt-ora 182,4.

Avremo così che l'accumulatore Hensemberger darà ampère-ora 10.91 e watt-ora 21, per kg di elemento, e ciò secondo *i dati di catalogo*, mentre il Pouchain ha dato come *media di 50 scariche* ampère-ora 16,2 e watt-ora 37,7.

Le capacità specifiche in energia erogata staranno fra loro come

$$\frac{37.7}{21} = 1.79$$

Ciò significa che per ottenere 1 kW-ora occorreranno kg 47,62 di accumulatori a piombo mentre ne occorreranno kg 26,5 di accumulatori Pouchain.

Bastano queste cifre per persuaderci che, se l'accumulatore Pouchain manterrà le sue promesse, il suo avvento sposterà completamente non solo il problema degli automobili e camions elettrici ma anche quello della trazione ferroviaria.

Ma questo non è tutto: potrebbe l'Ing. Rossi o chicchessia mostrarmi un elemento a piombo capace di subire le scariche riportate nelle esperienze Taylor e Johnson senza, non dico perdere la sua capacità normale, ma senza che esso sia distrutto?

Questa capacità a resistere senza deterioramento o scariche fantastiche è anche più importante del peso per kW-ora nell'applicazione alla trazione. Le esperienze suddette infatti dimostrano che qualsiasi condizione più rude di trazione potrà essere brillantemente superata dall'accumulatore Pouchain.

Stando così le cose, perchè l'Ing. Rossi sparge una mesta lagrima sulla sorte dei futuri azionisti della Società per la fabbricazione degli accumulatori Pouchain? Perchè parlare di « capitalisti ingenui od illusi »?

Se l'Ing. Rossi e per esso la Tudor temono così fortemente la concorrenza dell'accumulatore Pouchain, invece di cercare di fargli un ambiente di pessimismo, comprino i brevetti dell'Ing. Calapaj, che io non conosco, ma che l'Ing. Rossi ci dice di aver esperimentati.

Così dalla concorrenza sorgeranno altri perfezionamenti con vantaggio inestimabile dell'industria e della finanza Italiane, e così, e solo per questa via, il problema della trazione elettrica sulle Ferrovie Italiane potrà trovare la sua vera soluzione.

Quod est in votis!

Roma, 25 Novembre 1921.

QUESTIONI E NOTE ECONOMICHE

L'ATTUALE CRISI D'ENERGIA - IMPIANTI TERMICI O IDRAULICI?

Da alcuni anni, colla magra invernale, risorgono le discussioni sulla deficienza di energia elettrica e le accuse degli utenti contro gli esercenti. Quest'anno discussioni ed accuse si annunciano fin d'ora più gravi e più aspre, in relazione coll'asprezza e colla gravità della magra. Tutti hanno avuto l'impressione che il 1920, in cui non si ebbero nè le pioggie primaverili nè quelle autunnali, sia stato un anno di siccità — mi riferisco particolarmente all'Alta Italia ed al bacino del Po — ma non sempre i profani, fra i quali si annovera la gran maggioranza degli utenti, sa rendersi conto dell'eccezionale gravità del fenomeno. Dai dati pluviometrici di Brera risulta che dal 1760 non si ebbe mai simile scarsità di precipitazioni. Nel diagramma della fig. 1 è rappresentato l'andamento medio (media di 160 anni!) delle precipitazioni nell'anno; quello dell'anno 1861, minimo assoluto anteriore

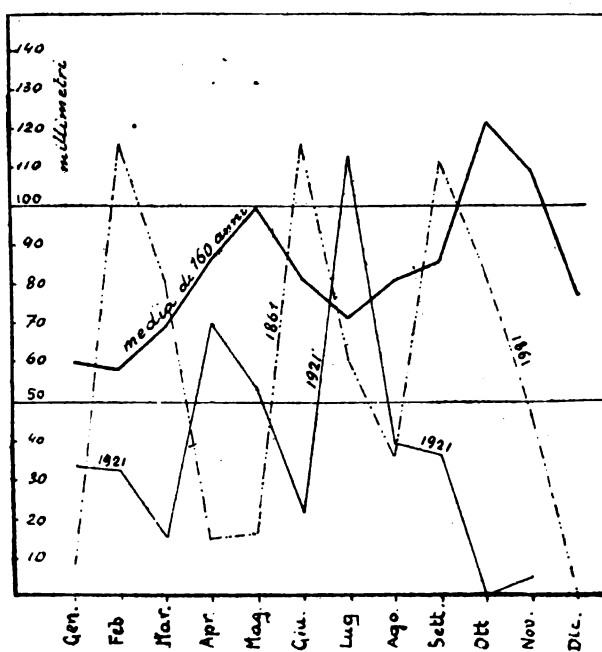



Fig. 1. — Precipitazioni mensili.

all'attuale e quello dell'anno in corso che batterà ogni record precedente, salvo un eccezionale e poco probabile periodo piovoso in questo scorcio di dicembre. A tutt'oggi a Milano sono piovuti poco più di 400 mm, mentre nel 1861 ne caddero 671 come nel 1817; 681 se ne ebbero nel 1874, e 696 nel 1828. La media di 160 anni dà una precipitazione annua di 1011 mm.

Più interessante il grafico della fig. 2 che dà le precipitazioni negli ultimi 20 anni, dalle origini, si può dire, dell'industria idroelettrica. Da esso si potrebbe desumere, con un po' di buona volontà, una legge quasi quinquennale. Dal 1901 al 1905 precipitazioni superiori alla media; dal 1906 al 1910, inferiori; di nuovo superiori dal 1911 al 1917 e poi nuovamente inferiori. Ma sopratutto impressionante appare la deficienza di quest'anno, nel quale i nostri impianti non avranno potuto fruire che di meno della metà dell'acqua mediamente ad essi concessa (¹).

Messa così bene in chiaro l'eccezionalità delle condizioni in cui, per sola colpa di Giove Pluvio sono venute a trovarsi le nostre Società esercenti, eccezionalità che dovrebbe sempre essere tenuta presente dai troppo facili accusatori, io vorrei affermare il paradosso che, anche senza l'attuale periodo di siccità, il nostro Paese si sarebbe incamminato decisamente verso gli impianti termici — come del resto fu, con più prudenza accennato in una recente nota editoriale di questo giornale. Oggi sono i Prefetti in nome del governo, sono gli esercenti in nome proprio, che impongono o chiedono la riattivazione di ogni più piccola centrale termica privata, ed il ritorno, temporaneo, alla trazione a vapore; ma, per mio conto, anche senza la magra eccezionalissima, si sarebbe ugual-

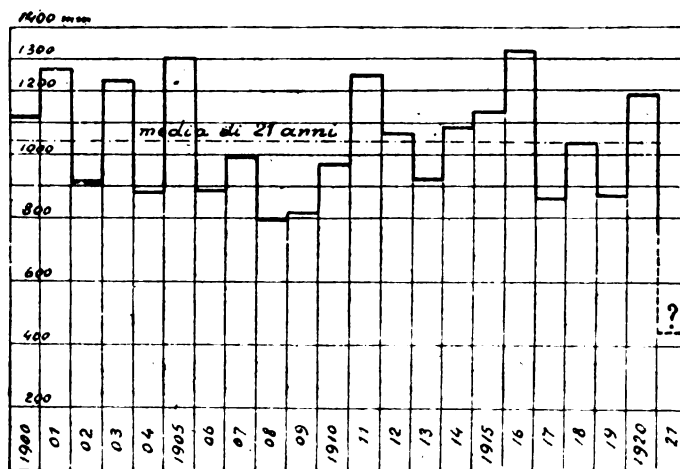



Fig. 2. — Precipitazioni annuali.

mente proceduto verso un sempre maggiore sfruttamento delle centrali termiche. In altri tempi avrei potuto ritenermi dotato di attitudini profetiche, perchè di fatto, fin dal Marzo 1920 — quasi due anni fa — lanciai un modesto grido d'allarme per l'avvenire dei nostri impianti idroelettrici, che fu gentilmente raccolto e pubblicato sull'*Elettrotecnica* (15 Marzo 1920, pag. 134) e fu seguito da una cortese discussione coll'Ing. Civita (*Elettrotecnica*, 15 Aprile 1920, pag. 183). Sull'argomento potei ritornare ancora quest'anno, mercè la cortese ospitalità dell'*Elettrotecnica* (25 Aprile 1921, pag. 275) e nonostante le obbiezioni mossemi ancora dall'Ing. Civita sull'*Impresa Elettrica* persisto nel giudicare il famoso decreto relativo al sovraprezzo per l'energia prodotta termicamente, come uno dei più infelici provvedimenti legislativi di guerra, e come una delle cause che hanno concorso a creare la crisi attuale.

Desidero, a questo punto, e prima di proseguire nelle mie modeste considerazioni, porre bene in chiaro che, pur non essendo un esercente non intendo affatto schierarmi con quegli utenti che oggi si scagliano contro le Società elettriche, dimenticando troppo la ridda dei prezzi e dei facili guadagni di questi passati anni di guerra nei quali la sola energia elettrica non potè seguire la corsa generale al rincaro. Senza i vincoli politici, in un mercato libero, i prezzi dell'energia elettrica sarebbero certamente triplicati o quadruplicati senza suscitare lagni nè strida; ma si sarebbero fatti anche assai più nuovi impianti idraulici e l'odierna crisi avrebbe potuto essere notevolmente attenuata. Gli esercenti, che devono pur essi sottostare alle inflessibili leggi economiche, sono forse più vittime che colpevoli; ma, con tutto ciò, riaffermo la influenza funesta del citato decreto sull'energia termica, perchè esso, per il modo con cui applicò un concetto fondamentalmente giusto, tolse agli esercenti ogni incentivo economico ad affrontare i rischi e le difficoltà di molti nuovi impianti idraulici.

Il Decreto N. 250 del 27 febbraio 1919 che autorizzava per la prima volta gli esercenti ad esigere il rimborso delle maggiori spese di combustibile, non preoccupò alcuno perchè doveva aver valore solo fino a tre mesi dopo la conclusione della pace. Gli utenti ne accettarono filosoficamente le conseguenze pensando che si trattava di un « postumo di guerra » transitorio. Ma il decreto fu poi prorogato e dovrebbe ora decadere il 30 giugno prossimo. Ora, se era giusta e doverosa una proroga, date le condizioni economiche alla conclusione della pace, sarebbe stato pure giusto e doveroso ritoccare il decreto — come si era lasciato sperare — in quelle disposizioni che già alla prova si erano dimostrate infelici. Comunque l'effetto peggiore del Decreto fu quello di indurre o costringere gli utenti ad accettare, nei nuovi contratti di fornitura dell'energia elettrica, delle clausole analoghe a quelle del decreto; per modo che l'effetto di questo rimane prolungato nel tempo assai al di là del prossimo giugno.

E vediamo quali siano le condizioni che si sono così venute creando. Mi baserò sulla clausola portata dalle ultime tariffe approvate dal Comune di Milano che è in un certo senso migliore di quelle del Decreto in quanto spinge l'esercente a utilizzare bene il proprio carbone. (Col Decreto 250, se un esercente per colpa dei suoi impianti o del suo personale consuma per es. più di 2 kg di carbone per kWh, il danno è tutto degli utenti!). Tale clausola stabilisce che *la spesa per il combustibile* — secondo i prezzi risultanti dai bollettini della borsa di Genova — *detratte L. 50 per tonnellata, sarà ripartita fra gli utenti.*

Ciò significa che, qualunque siano le condizioni del mercato, il carbone non costerà all'esercente, mai più di 50 lire per tonnellata, franco in centrale. Poichè con buone centrali anche non modernissime non è difficile produrre il kWh con 1000 — 1200 grammi di carbone (ho letto che in grandi centrali americane si è scesi, in sede di collaudo, a poco più di 500 grammi!) l'esercente si è assicurato il chilowattora

(¹) Queste note erano già in bozza quando fu pubblicata nel *Corriere della Sera* la lettera del Prof. Fantoli, il quale osserva che in tali confronti è illogico basarsi sull'anno solare; ma si deve esaminare il periodo di dodici mesi consecutivi qualunque. Ritengo che per un'indagine qualitativa, anche la considerazione dell'anno solare abbia un certo valore: ad ogni modo l'indagine più minuziosa di cui riferisce il Fantoli non muta le conclusioni: nei dodici mesi ultimi è piovuto circa $^2/_3$ di quanto piovve nel periodo di 12 mesi di maggior siccità verificatasi or'è circa un secolo!

termoelettrico con una spesa di combustibile di 5 — 6 centesimi! Quale *nuovo* impianto idroelettrico potrà mai permettere un simile risultato?

La cosa merita di essere esaminata davvicino nei diversi possibili casi. Cominciando dalle grandi Società che possiedono centrali termiche di riserva d'ante guerra, appare evidente il loro interesse, *in tali condizioni*, a funzionare termicamente anzichè costruire nuovi impianti idraulici. Il costo della centrale è in gran parte ammortizzato, la spesa per personale è in parte indipendente dalla produzione della centrale, appunto perchè trattasi di centrale di riserva che deve essere pronta a prendere servizio ad ogni evenienza. Rimane così da aggiungere alla spesa di 5 — 6 cent. sopra calcolata solo la spesa per olio, stracci e manutenzione. Suppongasi pure esagerando di raddoppiare la spesa: avremo sempre un costo di 10 — 12 centesimi per energia disponibile nei centri di maggiore consumo, nettamente inferiore a quello dell'energia trasportata da lontani impianti idraulici specie se si tratta di energia di serbatoio.

Il vantaggio è così evidente che, perdurando l'attuale stato di cose, vedremo senza dubbio le Società, le quali durante la guerra, hanno in parte smantellato le loro centrali termiche, affrettarsi a ricostituirle in modo da poter ridurre relativamente le spese fisse con un aumento di produzione. Oggi un turbo alternatore da 10 000 kW colle relative caldaie può costare in opera circa 5 milioni. Supponendo di farlo funzionare 2000 ore all'anno, i 20 milioni di kWh prodotti avranno un costo capitale di Lire 0,25 cosicchè si potrà contare su una maggior spesa di produzione di circa 2,5 — 3 cent. per kW-ora.

★

La questione assume una gravità eccezionale nei riguardi delle nuove utenze. Il rimprovero che più comunemente si sente fare dagli utenti agli esercenti è quello di aver continuato ad assumere nuove forniture senza preoccuparsi troppo delle effettive disponibilità e senza riguardo alcuno verso i vecchi utenti. Credo fermamente che l'accusa sia, nella maggior parte dei casi, infondata, e che il crescente consumo di energia elettrica sia prevalentemente dovuto ad aumenti di assorbimento da parte della preesistente clientela. Basta pensare alla diffusione dei piccoli (e grandi!) apparecchi di riscaldamento nelle grandi città. Ma, colle clausole del sovraprezzo carbone accollato alla clientela, un esercente poco scrupoloso potrebbe effettivamente essere indotto ad assumere nuove forniture procurandosi per via termica la relativa energia. Non è il caso di precisare con degli esempî numerici: basta adombrare il pericolo che è da ritenersi che non abbia mai a verificarsi, data la probità dei nostri industriali.

★

Tratteggiato così il male ci si può chiedere quali rimedî si possano escogitare. Sono fermamente convinto che i fenomeni economici sono governati da leggi altrettanto assolute quanto quelle dei fenomeni fisici. Provvedimenti legislativi poco o nulla perciò gioverebbero. Se domani un'*ukase* vietasse agli esercenti di esigere il sovraprezzo per l'energia termica, la più parte di essi dovrebbero chiudere bottega e sarebbero allora gli utenti che si dichiarerebbero pronti a pagare di nuovo il sovraprezzo pur di avere l'energia!

Penso quindi che i fenomeni economici debbano sempre in un modo o nell'altro compiere il loro ciclo. Pertanto, *se le condizioni create dal decreto o dalle clausole contrattuali da esso derivate dovessero protrarsi a lungo*, accadrebbe che a poco a poco i grossi utenti si distaccherebbero dalle reti. Comincierebbero gli industriali che, avendo già bisogno di vapore, potrebbero installare motrici o turbo alternatori a ricupero per provvedere in tutto o in parte al loro fabbisogno di energia; li seguirebbero poi gli altri, man mano che la spesa derivante dal sovraprezzo termico diventasse troppo onerosa, finchè a poco a poco per quella speciale sensibilità economica che governa i procedimenti tecnico-commerciali, gli esercenti ridurrebbero le loro pretese e si ristabilirebbe il naturale equilibrio fra prezzo e valore dell'energia.

★

In un modo o nell'altro, dunque, l'avvenire pare propizio ad un nuovo rifiorire degli impianti termici, i quali, se appena i cambî dovessero migliorare sensibilmente, non sarebbero molto lontani dal poter fare la concorrenza anche in linea assoluta (prescindendo cioè dalla questione del sovraprezzo) all'energia idraulica di impianto a serbatoio di nuova costruzione. Gli inni e le invocazioni al « carbone bianco », tutta la rettorica degli anni di guerra rimarrebbero pallidi ricordi del passato, come tanti altri sentimenti che parevano dovessero durare eterni e che invece, a soli tre anni dalla guerra non trovano più posto nel mutevole animo della collettività.

Ma io mi auguro sinceramente di ingannarmi: mi auguro che rimanga almeno in una forte minoranza di uomini superiori, capaci di guidare le moltitudini, la netta visione che l'avvenire, la sicurezza del nostro Paese sono indissolubilmente legati allo sviluppo degli impianti idraulici e che per essi si possono e si devono affrontare dei sacrifici. Che cosa sarebbe accaduto del nostro Paese se durante la guerra si fosse verificata una magra come l'attuale? Ma se il mio augurio dovesse avverarsi, si dovrebbe mutare radicalmente indirizzo. Piuttosto che invocare sussidî dallo Stato i quali, prima o poi porterebbero necessariamente come conseguenza, una non desiderabile ingerenza del Governo nell'esercizio, si dovrebbe trovare modo di far pagare un sopraprezzo non per l'energia termica, ma per l'energia prodotta da nuovi impianti idraulici. Se i molti milioni che gli utenti dovranno sborsare in questo inverno, come sovraprezzo per l'energia termica (milioni che andranno quasi tutti all'estero a peggiorare le condizioni del nostro cambio) si fossero in qualche modo potuti assicurare in premio ai costruttori di nuovi impianti idraulici a serbatoio, non avremmo visto tante iniziative sospese, tanti cantieri semidisertati!

Pur troppo si tratta del «senno di poi»; ma l'esperienza dovrebbe giovare per l'avvenire.

E prima di tutto si dovrebbe studiare una modificazione delle attuali disposizioni che governano il computo del sovraprezzo. Già dissi (*Elettr.*, 25 aprile 1921) che il problema è difficile, e non oso certo tentarne la soluzione. Ma per incitare i competenti a studiarlo formulerò qui una proposta.

Secondo il Decreto n. 250 tutt'ora in vigore il sovraprezzo s per kWh di energia per forza motrice è dato in lire da

$$s = \frac{C \cdot t - 0{,}12\, W_t}{W_T}$$

dove C è il costo del carbone per tonn. pagato dall'esercente (poco importa se l'esercente è poco abile nei suoi acquisti); t è il numero di tonnellate di carbone effettivamente consumate (poco importa se si sia fatto dello spreco) W_t sono i kWh prodotti termicamente e W_T sono i kWh venduti. Per l'applicazione di questa formula occorrono 4 dati che sono tutti determinati dall'esercente.

Secondo la citata clausola approvata dal Comune di Milano si ha invece

$$s = \frac{(C_1 - 50)\, t}{W_T}$$

dove il costo C_1 del carbone (lire per tonn) è quello dedotto dai bollettini della borsa di Genova. Come già detto si ha qui un vantaggio rispetto alla disposizione del Decreto perchè occorrono solo tre dati e di cui uno (C_1) è determinato senza il concorso dall'esercente.

L'ideale sarebbe evidentemente di potere prescindere da ogni dato la cui valutazione dipenda da elementi che solo l'esercente può conoscere ed il cui controllo riesce praticamente impossibile. Se si potesse determinare in base all'andamento medio degli anni precedenti, per ciascuna società, un valore medio per il rapporto $\alpha = \frac{W_t}{W_T}$ fra i kWh prodotti termicamente e quelli venduti, e si fissasse per es. che in un esercizio ben condotto il consumo di carbone per kWh prodotto termicamente può essere mediamente di 1,5 kg per tonnellata, il sovraprezzo potrebbe risultare da una formula del tipo

$$s = \frac{C_1 - 50}{1000}\, 1{,}5\, \frac{W_t}{W_T} = 0{,}0015\, \alpha\, (C_1 - 50) = K\,(C_1 - 50)$$

completamente indipendente dai dati determinati mensilmente dall'esercente essendo C_1 il prezzo del carbone risultante dai bollettini della borsa, come per la clausola del comune di Milano. Credo che qualche cosa del genere sia già stato adottato da qualche grande società nei suoi contratti, nei quali il coefficiente K viene fissato una volta tanto.

Volendo generalizzare la cosa, la determinazione della costante K dovrebbe essere fatta invece da collegi arbitrali in cui fossero equamente rappresentati esercenti ed utenti. In fondo una formula di questo genere equivarrebbe ad un aumento generale nel prezzo di vendita dell'energia; aumento non costante, ma variabile in modo diverso, da rete a rete, col costo del carbone. Una tal formula racchiuderebbe naturalmente un'alea, ma essa sarebbe del tutto bilaterale: in anni di magra ci perderebbero gli esercenti, in anni di morbida, gli utenti. Ma in ogni caso gli esercenti sarebbero stimolati dallo stimolo economico, che è sempre uno dei più efficaci, a comprare e bruciare bene il loro carbone ed a ridurre al minimo la produzione termica. E se si stabilisse per es. che il sovraprezzo determinato con una formula di tal genere dovesse applicarsi per un certo numero di anni, si assisterebbe probabilmente ad una interessante ripresa nei lavori per i nuovi impianti idraulici.

Cosa che tutti dovrebbero augurarsi.

SPECTATOR.

APPARECCHIO PER RADIOTELEGRAFIA CELERE STAMPANTE

Ing. FRANCO MAGNI

L'apparecchio per registrazione celere di trasmissioni r. t. da me studiato è rappresentato dalla fig. 1. Esso figurò in azione alla Mostra Campionaria di Milano dello scorso Aprile. A destra dell'apparecchio registratore si osserva un comune amplificatore a resistenze ad 8 lampade a sinistra una macchina Wheatstone, e sotto alcune cassettine con batterie di pile ad alta tensione e batterie di accumulatori per l'accensione dei filamenti delle lampade sia dell'amplificatore sia dell'apparecchio registratore. Questo apparecchio fu costruito su miei disegni ed applicato già nel 1917, durante il periodo bellico, essendo io allora a capo di un servizio di intercettazioni R. T. e radiogoniometriche.

I segnali r. t. vengono raccolti da un telaio speciale costituito da una specie di avvolgimento a tamburo di una dinamo, come si vede nella fig. 2, che riproduce un angolo della sala di ricezione nel mio laboratorio di Borgosesia. Da questo telaio o tamburo che misura circa 3 metri di diametro per 1 metro d'altezza e su cui sono avvolte 36 spire si staccano dei fili che fanno capo ad un collettore fisso. Due spazzole girevoli attorno a questo collettore composto di 36×2 settori permettono di portare i due capi del condensatore di sintonia dell'amplificatore a contatto con due punti opposti dell'avvolgimento continuo, per cui, avendo questo 36 spire, si può esplorare il campo di 10 in 10 gradi.

Il vantaggio principale che offre questo telaio per ricezione è quello di essere fisso e quindi facilmente costruibile anche se di grandi dimensioni, (il telaio rappresentato dalla fotografia è adatto per lunghezze d'onda da 2 a 4 mila metri) l'esplorazione del campo essendo fatta colla rotazione delle spazzoline attorno ad un piccolo collettore. Per la pratica ricezione, lasciando per ora da parte la goniometria, bastano 36 spire, cioè si può limitare l'errore di captazione dell'onda in un angolo di 10° senza sensibile diminuzione d'intensità di ricezione.

La tensione della forza elettromotrice, destata nell'avvolgimento messo in sintonia coll'onda incidente, essendo proporzionale al numero delle spire, all'induttanza complessiva ed all'area di queste, si può osservare che, benchè tutte le spire entrino sempre in gioco durante la ricezione, essendo l'avvolgimento a tamburo chiuso, l'angolo φ che ciascuna di esse fà coll'onda incidente varia da 0 a 90° e quindi la sommatoria dell'effetto utile per l'intero avvolgimento è minore della somma che si otterrebbe se queste spire fossero disposte nell'unico piano di ricezione massima. Questo piccolo svantaggio è compensato largamente dalla rapidità d'esplorazione del campo e solidità d'impianto. Il condensatore d'accordo fa capo ai serrafili dell'amplificatore ad 8 lampade tipo comune a resistenze. All'uscita dell'amplificatore, in luogo della cuffia di ricezione od in parallelo su di essa partono due conduttori che vengono

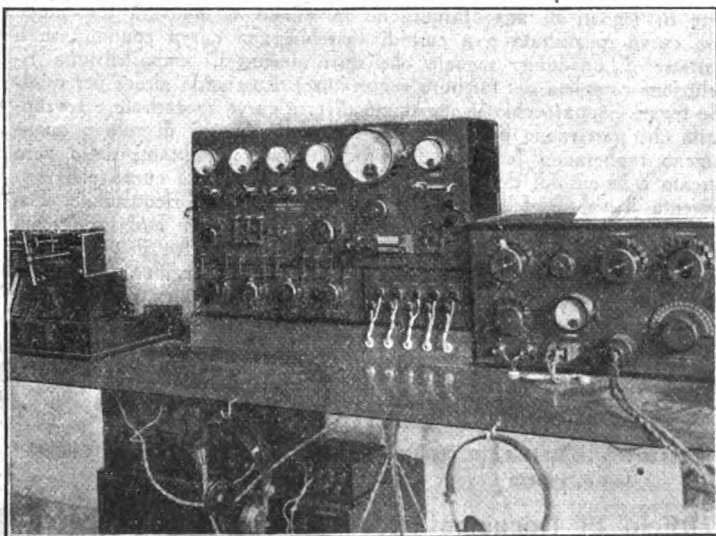



Fig. 1.

collegati all'apparecchio registratore che andiamo a descrivere sommariamente coll'aiuto dello schema indicato con fig. 3 e della vista d'assieme della fig. 1.

Le pulsazioni provenienti dall'amplificatore a 8 lampade, se si tratta di ricezione a telaio, o da un amplificatore a tre lampade, se si tratta di ricezione con antenna, agiscono su di una prima lampada rettificatrice-amplificatrice attraverso un trasformatore elevatore il cui primario è a prese variabili. Si noti che l'apparecchio tipo 2 costruito dalla Ditta Allocchio Bacchini e che qui descrivo, è studiato appositamente per esser applicato istantaneamente a *qualunque* impianto comune di ricezione e quindi comporta una quantità di organi di regolazione e di misura, che potrebbero essere soppressi qualora fosse applicato ad un impianto fisso di ricezione di caratteristiche note.

La griglia della prima lampada è mantenuta a conveniente potenziale negativo mediante inseritore di pile. La temperatura del filamento d'accensione è regolata da apposito reostato, mentre non è regolabile la tensione di placca (da 80 a 100 V normalmente). Sul circuito di placca di questa prima lampada è inserito un milliamperometro di controllo ed il primario di un trasformatore elevatore, il cui secondario può trasmettere gli impulsi ad una seconda lampada e da questa collo stesso procedimento ad una terza. A norma quindi dell'intensità delle trasmissioni si potranno far agire una, due o tre lampade amplificatrici-rettificatrici. Quando queste lampade agiscono in cascata la loro regolazione deve essere fatta in modo che gli impulsi rinforzati che da esse si raccolgono siano tutti di egual segno, poichè come si vedrà, si devono raccogliere sommati algebricamente per farli agire concordi sul relais di registrazione. Questo s'ottiene facilmente regolando su ciascuna lampada, una volta per tutte, l'incandescenza ed il voltaggio di griglia ed osservando durante la regolazione i milliamperometri individuali di controllo sui relativi circuiti di placca. La regolazione si può fare con un ondametro.

E' da notarsi che se in luogo delle batterie di pile di griglia si intercalassero i soliti condensatorini shuntati, si otterrebbero più facilmente amplificazioni negative più spiccate, ma ciò con scapito della rapidità o nettezza di ricezione, poichè il condensatorino impiega un certo tempo per scaricarsi. Col sistema delle batterie di pile su griglia, si ottengono di preferenza amplificazioni rettificate positivamente che sono le più adatte allo scopo prefisso.

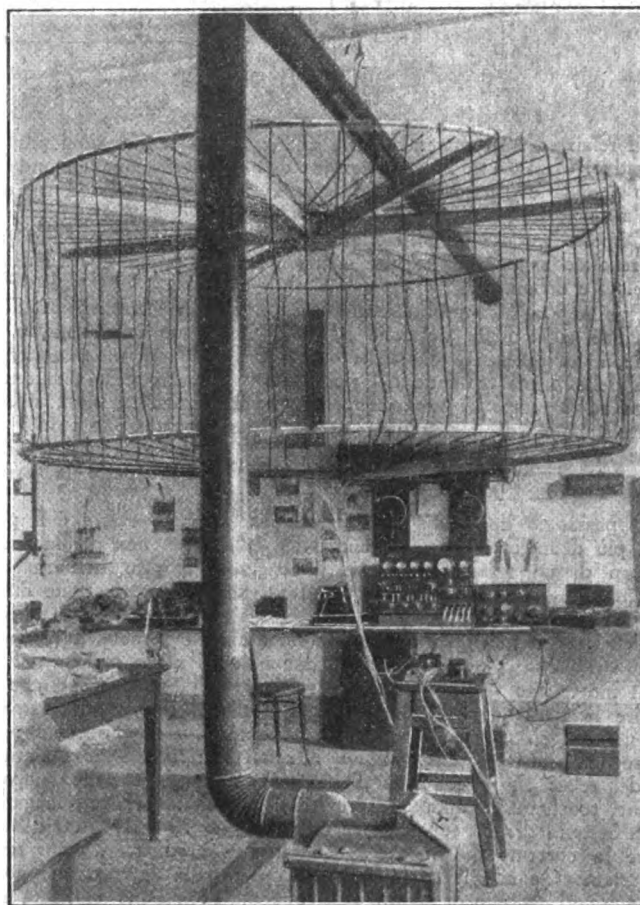



Fig. 2.

Sul circuito di placca dell'ultima lampada (o due lampade in parallelo per avere ancor maggior energia disponibile come è indicato in figura) è posto un ricevitore telefonico a bassa resistenza altosonante, che serve di controllo alla ricezione, qualora non si sia messo un ricevitore telefonico (ad alta resistenza) in parallelo all'uscita dell'amplificatore ad 8 lampade per non affievolire gli effetti ricavati da questo ultimo e che devono agire sulle lampade del registratore. Sul circuito di placca comune a tutte le lampade, è posto un relais ad alta resistenza molto rapido e robusto (tipo Standard) ed un milliamperometro integratore di controllo, che devia per la *somma* delle deviazioni dei milliamperometri di ogni singola lampada. Il relais suddetto sarebbe sempre attraversato da una certa corrente costante di placca, e quindi per riportarlo in posizione di riposo, pronto a funzionare pei soli aumenti di corrente portati dalle trasmissioni che si ricevono, è shuntato da un circuito di compensazione contenente una controbatteria

di pochi elementi di pila in serie con una resistenza regolabile e molto elevata rispetto alla resistenza interna del relais. Come si può controllare con un milliamperometro a zero centrale, inserito in serie col relais, regolando la resistenza del circuito di compensazione in relazione col voltaggio della controbatteria, l'armatura del relais può portarsi con regolazione sensibilissima e progressiva dalla posizione di lavoro a quella di riposo più o meno fortemente. Un condensatore dell'ordine del microfarad shunta ancora il relais ed un inversore permette di far funzionare il relais sia con correnti dirette che invertite (rettificazioni positive o negative) e ciò serve per la ricezione di onde persistenti con onda di lavoro e onda di riposo a seconda che si riceve accordandosi sull'una o sull'altra.

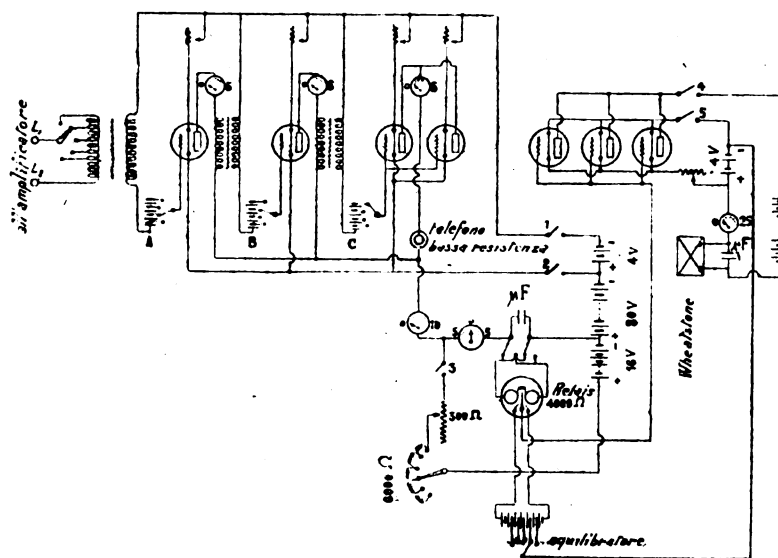



Fig. 3.

Disposte le cose in tal modo, colla massima facilità il relais può esser regolato in guisa da seguire in modo perfetto anche le trasmissioni più veloci e deboli.

Pur troppo i disturbi atmosferici intervengono nella registrazione automatica come nella ricezione ad udito, rendendo imperfetta la ricezione, colla differenza che se si ottenesse il modo di *disimpastare* la griglia della prima lampada del ricevitore (nel nostro caso dell'amplificatore ad 8 lampade) subito dopo avvenuta la scarica, sulla striscia di carta stampata del registratore sarebbe facile ricomporre la parola anche se mancante di qualche lettera, mentre nella ricezione ad udito se il personale non è eccezionalmente abile perderà spesso la parola intera.

Il passaggio dal relais all'apparecchio stampante *celere* è il problema più delicato. L'energia minima che è in gioco non permette che l'impiego di un relais sensibile e il leggero appoggio dell'armatura sui contatti non è spesso sufficiente ad assicurare una ricezione nitida e precisa. La corrente massima che può attraversare questi contatti mal sicuri senza incollarli deve esser forzatamente piccola. Nell'apparecchio detto tipo 2, ho girata questa difficoltà nel modo seguente.

Il movimento dell'armatura del relais non ha altro scopo che di invertire la tensione applicata alle griglie di un gruppo di lampade (tre) nel cui circuito comune di placca è inserito l'apparecchio registratore (Wheatstone). Supponiamo il relais a riposo. Allora l'armatura del relais che è collegata direttamente alle griglie delle lampade suddette, toccherà il contatto di riposo comunicante col polo negativo di una batteria di pile con tensione tale (almeno 10 — 15 volt) da annullare la corrente di placche e quindi non produrre segnale nella Wheatstone. Quando il relais, sotto l'impulso della trasmissione, porta l'armatura sul contatto di lavoro, essa commuta la tensione applicata alle griglie da negativa in positiva essendo il contatto di lavoro collegato col polo positivo della batteria di pile già menzionata, ed allora la corrente di placche assumendo istantaneamente un certo valore (qualche diecina di milliampere) attraversa la Wheatstone e produce il segnale.

La batteria di carica delle griglie, mediante un inseritore detto equilibratore, può entro certi limiti cedere maggior tensione negativa o positiva ai contatti di riposo e lavoro del relais, e ciò in funzione dell'incandescenza dei filamenti delle lampade (che è regolabile) per una data tensione di placche (mantenuta normalmente da 80 — 100 volt). Così misurando per esempio la batteria 20 volt totali, se l'equilibratore è al centro l'armatura del relais movendosi tra i contatti di riposo e lavoro porterà le griglie dal potenziale — 10 a + 10 senza per questo che i contatti stessi vengano attraversati da corrente sensibile capace di ossidarli.

Come si è detto il relais viene registrato una volta per sempre ed occorrendone modificare la sensibilità si manovrerà solo la resistenza nel circuito della controbatteria (circuito di compensazione). L'apparecchio registratore è a sua volta shuntato con un condensatore dell'ordine del microfarad. Con questo dispositivo si ottiene una corrispondenza perfetta tra i movimenti anche se rapidissimi dell'armatura del relais e l'armatura dell'apparecchio registratore (Wheatstone).

Una delle applicazioni interessanti della registrazione automatica è quella colle macchine Hughes (esperimenti tra Parma e Porto Maggiore 1918). A parte l'inconveniente pur troppo per ora inevitabile dello *sviamento* prodotto dalle scariche atmosferiche (che però potrebbe esser ridotto coll'aumentare la potenza della trasmissione, con risultati assai migliori che colla solita ricezione ad udito, perchè si può registrare il relais in modo che si porti sul contatto di lavoro colla sola trasmissione se più forte della scarica) questa applicazione permette di conseguire il segreto delle comunicazioni in modo crittograficamente quasi perfetto.

Infatti immaginiamo di apportare delle modifiche eguali nelle ruote tipo di due Hughes (trasmittente e ricevente) per modo che corrispondano alle lettere più usate nella lingua in cui si trasmette (omofoni) diverse lettere e quindi contatti col carrello girevole. Suppongasi cioè che vi siano due o più fori nel settore corrispondenti ai saltarelli delle lettere *a*, *e*, *l*, *m*, *g*, ecc. e quindi sulla ruota tipo vi siano due o più lettere *a*, *e*, *l*. *m*, ecc., lettere che precisamente si ripetono con maggiore frequenza nell'ordinaria corrispondenza. L'Hughista abbassando il tasto di una di queste lettere casualmente e saltuariamente, il segnale verrà lanciato al passaggio del carrello su uno di questi fori e perciò gli intervalli di tempo che intercedono fra gli impulsi lanciati e corrispondenti alle diverse lettere non sono più costanti, come avviene (a meno del periodo fisso dato da un giro completo del carrello) nella ordinaria trasmissione Hughes.

Ne consegue che una terza stazione ricevente munita pure di ricevente Hughes, anche se sincronizzata perfettamente colla coppia di stazioni considerata, non potrà intercettare la trasmissione perchè non munita di ruota tipo eguale a queste ed ancora se una stazione provvista di registratore cronografico si proponesse di decifrare i segnali basandosi su gli intervalli di tempo intercedenti fra i punti registrati, dai diagrammi che potrebbe fare per ricavare le frequenze e da queste risalire per sostituzioni alle lettere, non ricaverebbe che linee parallele alle ascisse, naturalmente se le ruote tipo furono modificate con giusto criterio crittografico.

Non volendo costrurre una macchina Hughes apposita basterebbe per conseguire una discreta segretezza, semplicemente cambiare la ruota tipo abolendo i numeri e sostituendoli con altrettante lettere ripetute come si è detto, e quindi cambiando la dicitura sui corrispondenti tasti. L'Hughista per lanciare un *a* dovrà abbassare saltuariamente uno qualunque dei diversi tasti sui quali troverà scritta la lettera *a*. Il complesso risulterà quindi autocifrante alla trasmissione e autodecifrante alla ricezione, con quale guadagno di tempo e minori cause d'errore si può immaginare.

Per chiudere questa sommaria relazione sulla registrazione automatica accennerò ad una applicazione radiogoniometrica da me proposta e possibile con telai fissi avvolti a tamburo. Supponiamo di applicare alle spazzole del collettore descritto in principio di questo articolo, un movimento d'orologeria che le faccia girare costantemente e sincronicamente con un tamburo ricoperto di carta sul quale poggi uno stiletto ad inchiostro comandato da un elettrocalamita che nel sistema descritto tenga il posto dell'elettrocalamità del relais. Al giungere di segnali di una trasmissione lo stiletto si muoverà tracciando una curva spezzettata o a cuspidi (sarebbe una curva continua se si trattasse di un lungo segnale che duri almeno il tempo di una rivoluzione completa del tamburo registratore). Lasciando girare per qualche tempo l'apparecchio si otterranno diverse curve spezzettate e sovrapposte che passeranno però tutte per un punto comune di *zero* o quantomeno taglieranno la linea di zero in punti equidistanti dallo zero cercato e le cuspidi delle linee tracciate staranno sulla curva che rappresenta il valore dell'energia raccolta e facilmente ricostruibile. Essendo noto l'orientamento delle spire del telaio, si avrà così un sistema grafico e preciso per ricerche radiogoniometriche e se il telaio sarà costituito da 360 spire si potrà avere una approssimazione con errore teorico di 1°, che sarebbe più che sufficiente per poter ritenere praticamente il sistema di grande precisione.

REGOLAZIONE DEL CARICO NEI GRUPPI MOTORE SINCRONO-ALTERNATORE COLLEGATI IN PARALLELO

Coll'estensione della trazione trifase diventeranno di uso comune i gruppi motore-sincrono-alternatore destinati a trasformare la corrente a frequenza industriale in corrente a frequenza ferroviaria.

Si presenterà allora il problema di ripartire il carico fra due o più alternatori collegati in parallelo tanto dalla parte del circuito industriale che dalla parte del circuito ferroviario e installati nella stessa stazione di trasformazione o in stazioni differenti.

Il modo per variare il carico di gruppi costituiti come sopra non può essere che uno solo; spostare in anticipo la fase dell'alternatore che si vuol sovraccaricare e spostare in ritardo quella dell'alternatore che si vuol scaricare.

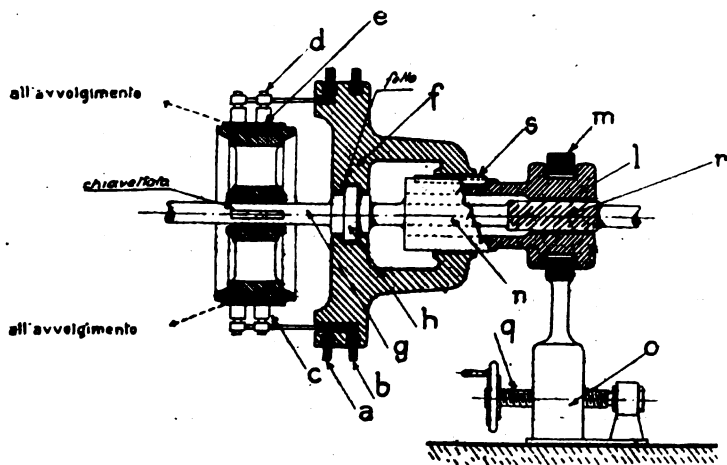
A questo scopo bisogna ruotare lo statore dell'alternatore, oppure variare la calettatura dalla parte girante sull'albero mentre la macchina ruota.

E' superfluo accennare alle grandi difficoltà di natura meccanica che necessariamente si devono avere tanto nell'una che nell'altra soluzione.

Nella presente nota si accenna ad un modo con cui la soluzione potrebbe essere raggiunta; il modo non ha niente di straordinario; inoltre chi scrive non ha fatto nessuna indagine per vedere se il sistema non sia già stato applicato, nè ha fatto nessuna ricerca di carattere elettrico o costruttivo per metterne in luce gli eventuali inconvenienti; se qualche lettore dell'*Elettrotecnica* vorrà comunque criticare questi brevi appunti sarà tanto di guadagnato per tutti.

Si immagini che l'avvolgimento di eccitazione dell'alternatore sia disposto come quello di un'ordinaria dinamo a corrente continua e faccia capo ad un collettore; si supponga inoltre che le spazzole della dinamo ruotino colla stessa velocità del collettore, e ricevano corrente da due anelli (come quelli ordinari che sugli alternatori servono a raccogliere la corrente continua di eccitazione) sui quali anelli sfreghino delle spazzole fisse alimentate dalla dinamo eccitatrice; è evidente che questo sistema si comporterà come un'ordinaria stella di poli magnetici ruotante colla velocità dell'albero. Se però le spazzole mobili che ruotano colla velocità dell'albero vengono spostate di un angolo rispetto all'albero stesso e scorrono del corrispondente arco sul collettore, il flusso magnetico prodotto dall'avvolgimento a corrente continua ruota di un angolo eguale, e quindi questa manovra ha lo stesso effetto che avrebbe il variare il calettamento di un ordinario sistema di poli sull'albero della macchina.

Naturalmente però lo spostare un sistema di spazzole risulta meccanicamente qualche cosa di molto più agevole che ruotare la parte fissa dell'alternatore.

Di sistemi cinematici atti allo scopo se ne possono immaginare infiniti; a titolo di semplice esempio e senza nessuna pretesa di aver fatto neanche lontanamente un'indagine costruttiva ne è mostrato uno nella figura seguente.

e rappresenta il collettore; *c* e *d* sono le spazzole ruotanti colla velocità dell'albero, portate dalla bussola *f* (folle sull'albero) ma che è impedita di spostarsi assialmente lungo l'albero dall'anello *h*.

Il pezzo *l* ed *n* porta la chiavetta *s* che trasmette il movimento di rotazione alla bussola *f*; però la chiavetta *s* ed il pezzo *l n* possono spostarsi assialmente rispetto alla bussola *f*. L'albero della macchina porta la parte filettata a vite rettangolare *r* a passo molto allungato sulla quale è avvitato il pezzo *l* formato nella parte interna a madrevite.

Però il pezzo *l* è impedito dal fare uno spostamento assiale dall'anello fisso *m* portato dal supporto *o*.

Poichè nè la vite *r* può spostarsi assialmente, perchè portata dall'albero della macchina (che si suppone tenuto ad una estremità da un anello), nè il pezzo *l* può spostarsi perchè trattenuto dall'anello *m*, necessariamente non ci può essere movimento di rotazione della madrevite rispetto alla vite e quindi la bussola *l* deve ruotare colla stessa velocità dell'albero trascinando in moto le spazzole *c d*; se però si ruota la vite *q* si provoca uno spostamento assiale dell'anello *m* portato dal supporto *o* e quindi del pezzo *l n* che è obbligato a ruotare rispetto all'albero e varia perciò il calettamento delle spazzole *d* e *c*.

Poichè è molto poco simpatico trasmettere continuamente un movimento attraverso ad un'elica ed avere delle pressioni assiali sugli anelli *h* e *m*, sarà opportuno avere degli innesti a frizione che tengano ordinariamente legati i pezzi *f* e *n l* all'albero, e che li disinnestino solamente per i brevi momenti durante i quali si deve manovrare la vite *q*. Naturalmente nessuna preoccupazione deve dare il collettore, non essendovi ordinariamente strisciamenti delle spazzole *c* e *d* su questo; perciò i fenomeni prodotti dalla commutazione si avranno solo durante la manovra della vite *q* (manovra che si può fare con tutta la lentezza che si vuole, avendosi così una velocità relativa piccolissima tra collettore e spazzole) e il collettore potrà essere dimensionato in modo molto più ristretto che in un ordinario motore a corrente continua.

S. b. A.

LETTERE ALLA REDAZIONE

Ancora su un nuovo tipo di accumulatore leggero.

Riceviamo e pubblichiamo:

Melzo, 6 Dicembre 1921

Illmo Sig. Redattore - Capo della Rivista l'« Elettrotecnica *»*
MILANO
Via S. Paolo, 10

La lettera dell'Ing. Adolfo Pouchain, che mi riguarda, contenuta nel N° 31 di codesta Rivista, mi obbliga ad una breve replica, per la quale Le chiedo cortese ospitalità.

Al mio articolo, esclusivamente tecnico e rigorosamente obbiettivo, *relativo all'accumulatore da lui presentato, egli risponde con una replica a base di questioni personali, di confronti fra i prodotti di una Ditta e quelli d'altra Ditta, completamente arbitrari e, per lo meno, poco opportuni in una discussione dalla quale, se non altro per rispetto ai lettori di cotesta Rivista, avrebbe dovuto esulare ogni concetto di speculazione commerciale.*

Su questo terreno io non voglio naturalmente affatto seguirlo, mentre lo avrei invece assai volentieri seguito sul terreno di una serena ed obbiettiva discussione tecnica: la sola del resto che avrebbe potuto, e potrebbe, interessare i lettori di cotesta Rivista.

E perciò preferirei il silenzio. Se non che questo potrebbe dar luogo a erronee interpretazioni, specialmente da parte di chi non conosca a fondo persone e cose in causa; e perciò mi vedo, come detto, costretto mio malgrado ad una breve replica, che sarà del resto la prima e l'ultima, ritenendo di poter utilizzare assai meglio il mio tempo, che non in sterili polemiche affaristiche o personali.

E compendio tale mia replica in queste tre sole semplici osservazioni:

1° *Nel mio articolo io ho rilevato che i dati relativi a tensione, capacità e curve di scarica, riportati dall'Ing. Pouchain nei due fascicoli da lui pubblicati, e da me obbiettivamente esaminati, corrispondono esattamente a quelli dell'accumulatore piombo-zinco, già noto da qualche decennio.* E questo è rigorosamente esatto.

2° *Ho rilevato pure che, nei suddetti fascicoli, di fronte ad una larga abbondanza di cifre relative ad ampere, amperore, volt, ecc.* non vi era una sola indicazione relativa a esperienze di durata *di questi accumulatori, all'infuori di quella che essi avevano servito ad assicurare la luce e..... a riscaldare il caffè in una vettura-letto durante una cinquantina di viaggi fra Torino e Roma; un po' poco a dir vero, e per di più espresso in forma che, pur essendo evidentemente molto cara all'Ing. Pouchain, dato che la ripete anche nella sua lettera a Lei, non per questo cessa di essere (come dire?....) per lo meno un po' strana negli usi della buona tecnica, ove non si suole davvero fare misure elettriche... con le macchine da caffè.* E anche questo è rigorosamente esatto.

3° *Rilevavo infine che, come ben sa chiunque si sia occupato anche superficialmente di accumulatori, nemmeno i dati più mirabolanti in fatto di capacità, tensione, rendimento, ecc. possono avere industrialmente valore alcuno, se non sono corroborati da altri dati ampi, positivi e sicuri circa la durata degli accumulatori stessi; l'esperienza del passato dovrebbe anzi ben aver ormai sufficientemente ammaestrato al riguardo.* Ed anche questo è rigorosamente esatto.

Tutto il resto non mi riguarda, non ha tecnicamente alcun valore, non ha scientificamente alcun interesse pei lettori di codesta Rivista; e perciò nè lo rilevo, nè lo discuto.

La ringrazio per l'ospitalità. Le chiedo scusa del disturbo e La prego gradire i miei più distinti saluti.

ING. F. ROSSI

:: SUNTI E SOMMARI ::

TRAZIONE.

PAUL LEBOUCHER — **La sospensione a catenaria delle linee di contatto nella trazione elettrica ferroviaria.** (R. G. E., 30 luglio - 6-13-20 agosto 1921, pag. 165 e seg.).

Nella trazione elettrica tramviaria, la linea di contatto si riduce generalmente ad un semplice filo aereo teso fra sostegni opportunamente distanziati, sul quale scorre l'organo di presa della corrente. In corrispondenza dei sostegni l'andamento del filo presenta altrettanti punti singolari ad angolo, ma il brusco cambiamento di direzione nel piano verticale che si verifica in corrispondenza ad essi, non dà luogo ad inconvenienti notevoli in grazia delle velocità relativamente basse che si possono raggiungere in questo servizio.

In condizioni ben diverse si trova invece il servizio ferroviario perchè le forze d'inerzia, che sono proporzionali al quadrato della velocità, possono raggiungere in questo caso valori così elevati da compromettere la resistenza meccanica dei diversi organi di contatto, se questi non sono stati studiati e predisposti convenientemente.

E' indispensabile, in questo caso, avvicinarsi per quanto possibile alle condizioni di una linea continua, parallela al piano del ferro, di flessibilità costante e spostata di poco dalla normale al piano delle rotaie passante per l'asse del binario.

La prima soluzione che si presenta alla mente dei tecnici è quella di una linea di contatto rigida, come potrebbe essere una rotaia, od una trave composta, sostenuta alla stessa guisa del piano stradale dei ponti sospesi. In questo senso furono eseguiti esperimenti dalla Compagnia du Midi, ma, a parte il peso notevole della struttura che obbliga a supporti di dimensioni eccessive o troppo ravvicinati, i risultati non furono favorevoli. Si trovò che la superficie di contatto, che era costituita da un ferro ad angolo, si deformava rapidamente e veniva a presentare continue irregolarità che provocavano brusche oscillazioni dell'archetto con frequenti interruzioni della presa di corrente e quindi archi quasi costanti in corrispondenza dei pattini. Si comprese perciò come la soluzione pratica dovesse ricercarsi non tanto nella rigidità quanto nella maggiore flessibilità della linea di contatto quale può essere data dalla sospensione a catenaria.

*

Una linea a catenaria è costituita essenzialmente da una corda portante, tesa liberamente fra due supporti, la quale sostiene, a mezzo di pendini verticali generalmente equidistanti fra loro, un filo di contatto orizzontale, teso esso pure convenientemente. Esaminiamo la flessibilità di tale linea.

Consideriamo dapprima una semplice corda infinitamente flessibile tesa fra due sopporti la cui distanza sia L. Detta T la tensione e p il peso per metro lineare della corda, sarà pL il suo peso totale.

Se in un punto M situato a distanza x dall'appoggio A (fig. 1) si esercita una pressione verticale q diretta dal basso verso l'alto e

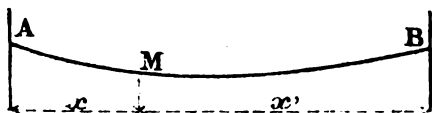



Fig. 1.

sufficientemente piccola in confronto al peso totale della corda, la variazione di tensione nella corda è data da:

$$\frac{\Delta T}{T} = \frac{6\,q\,x\,x'}{p\,L^3}$$

La flessibilità della corda è rappresentata dalla quantità Δy della quale la corda si solleva nel punto M, quantità che è data da:

$$\Delta y = \frac{q\,x\,x'}{L\,(T + \Delta T)}\left(1 - \frac{3\,x\,x'}{L^2}\right)$$

Questa flessibilità è massima al centro della campata per $x = x' = \frac{L}{2}$ e, trascurando ΔT di fronte a T, diventa:

$$\Delta y = \frac{q\,L}{16\,T} = \frac{q\,f}{2\,p\,L}$$

dove f è la freccia massima della corda in condizioni normali.

La flessibilità è rapresentata dalla curva della fig. 2 la cui equazione riferita a due assi ortogonali passanti per il centro della campata è:

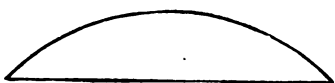



Fig. 2.

$$y = \frac{q}{16\,L^2}\,(L^4 - 16\,x^4)$$

dalla quale si vede come la flessibilità sia massima al centro e nulla in corrispondenza dei sostegni. Si potrebbe correggere in parte la mancanza assoluta di flessibilità in corrispondenza ai sostegni provvedendo all'attacco in quel punto attraverso un mezzo elastico, ad esempio una corda trasversale tesa fra due pali.

Consideriamo ora il sistema formato da un filo di contatto supposto infinitamente flessibile sospeso ad una catenaria semplice (fig. 3).

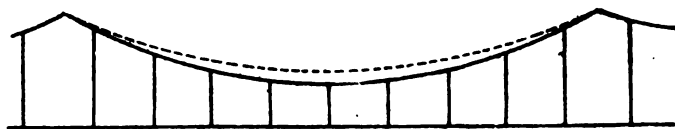



Fig. 3.

Se si sopprimesse il filo di contatto, la corda portante si solleverebbe assumendo la disposizione segnata punteggiata sulla figura. Si vede perciò come l'aggiunta di un carico uniformemente distribuito provoca nella catenaria variazioni delle ordinate differenti in corrispondenza alle differenti ascisse. In ciascun punto il peso del filo di contatto è equilibrato dalla flessione elastica della corda portante, la quale è nulla in corrispondenza ai supporti e massima al centro della campata. In altre parole la corda portante si comporta di fronte al filo di contatto come una serie di molle di flessibilità crescente dai punti d'appoggio verso il centro della campata. Se perciò si applica al filo di contatto una pressione verticale diretta verso l'alto, la deformazione che ne consegue sarà molto più sensibile al centro della campata che non in corrispondenza dei supporti, dove il più piccolo sollevamento del filo annulla la freccia statica della corda portante e fa intervenire anche il peso del pendino a contrastare la pressione di sollevamento. Si vede perciò come, in corrispondenza dei supporti, sia necessario sospendere il filo con un mezzo che gli consenta di sollevarsi liberamente senza dover trascinare anche la corda portante.

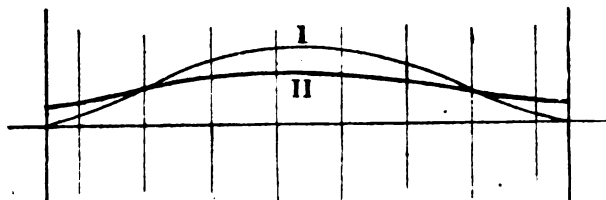



Fig. 4.

Le curve I e II della fig. 4 rappresentano rispettivamente la flessibilità di un semplice filo e quella di una sospensione a catenaria in rettilineo, trascurando l'influenza dei pendini. In realtà la flessibilità varia a sua volta anche fra un pendino e l'altro, essendo massima al centro della tratta compresa fra 2 pendini successivi e minima in corrispondenza ai pendini stessi, per cui la flessibilità della linea lungo una campata sarebbe più esattamente rappresentata dalla curva a festoni della fig. 5.

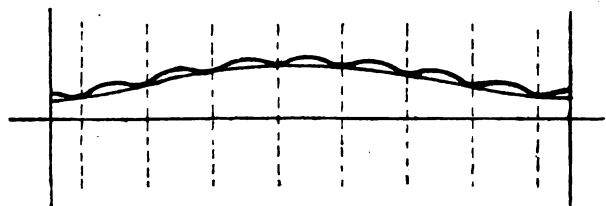



Fig. 5.

Per attenuare le variazioni della flessibilità si possono studiare vari accorgimenti. Così per attenuare la rigidità in corrispondenza dei supporti si potrebbero adottare due corde portanti a catenarie sfalsate ed utilizzare per la sospensione del filo solo i tratti a maggiore flessibilità (fig. 6). Non risulta però che simile disposizione sia stata adottata

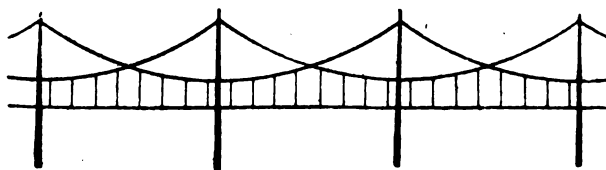



Fig. 6.

in pratica, probabilmente per le difficoltà del montaggio specie nelle curve.

Si potrebbe anche pensare all'impiego di pendini elastici aventi freccie statiche crescenti dal centro della campata verso i supporti.

La ferrovia Chicago-Milwaukee ha adottato due fili di contatto coi pendini fissati alternativamente ad un filo ed all'altro (fig. 7). Questa disposizione però non migliora le condizioni di flessibilità in corrispondenza dei supporti, e presenta d'altra parte l'inconveniente di richiedere la costante verticalità dei pendini, condizione questa che è causa di altri inconvenienti come si vedrà più avanti.

Infine, si può impiegare per la sospensione un filo ausiliario sostenuto dai pendini al quale sia sospeso il filo di contatto per mezzo di

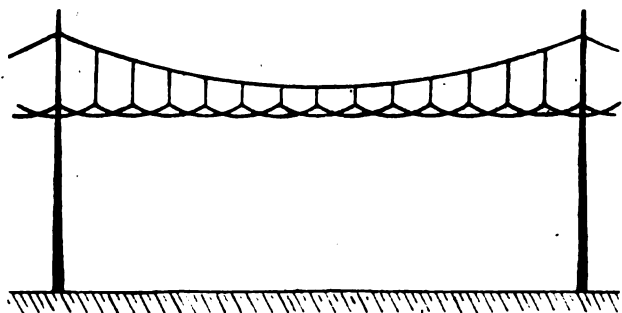



Fig. 7.

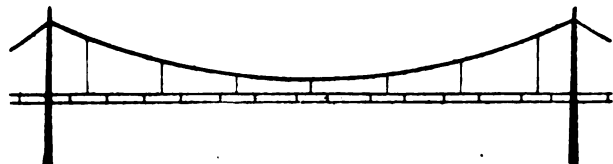



Fig. 8.

griffe disposte negli intervalli fra i pendini (fig. 8). E' questa la disposizione generalmente adottata sulle linee americane.

Misurazioni della flessibilità eseguite su diversi tipi di catenaria semplice dalla compagnia du Midi, hanno dato uno scartamento massimo del sollevamento da mm 108 al centro della campata a mm 15 in corrispondenza dei supporti su campate di 50 metri e con una pressione dell'archetto di kg 6,40.

★

I vari tipi di linee a catenaria si possono raggruppare in tre categorie:

1. — Linee assolutamente rigide.
2. — Linee semi rigide o poliedriche.
3. — Linee flessibili o inclinate.

Non ci occuperemo delle prime, alle quali abbiamo già accennato, perchè non sono adottate nella pratica.

Linee poliedriche. — Si vogliono definire con questo nome, tutte le linee nelle quali il filo di contatto si trova costantemente nello stesso piano verticale della corda portante. Rientrano in questa categoria anche le sospensioni a doppia corda portante con pendini formanti un triangolo equilatero rigido sul tipo adottato dalla New-York-New-Haven. I piani delle campate successive costituiscono un poliedro a generatrici verticali; la proiezione orizzontale della linea è rappresentata da una poligonale che interseca l'asse del binario (fig. 9). I vertici A. B. C. ecc. costituiscono generalmente altrettanti punti fissi tanto per la corda portante come per il filo di contatto, così che la linea è obbligata entro lunghezze costanti comunque vari la temperatura.

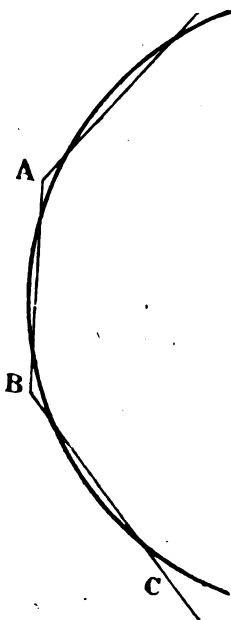



Fig. 9.

Le linee europee sono in massima parte di questo tipo, mentre le linee americane seguono a preferenza il tipo flessibile.

Linee flessibili. — In queste linee (fig. 10) mentre la corda portante è fissata rigidamente ai supporti, il filo di contatto è affidato semplicemente ai pendini. Nelle curve, per la tensione del filo di contatto, questi ultimi assumono una disposizione inclinata. Tale inclinazione è funzione della tensione del filo, del suo peso e del raggio di curvatura.

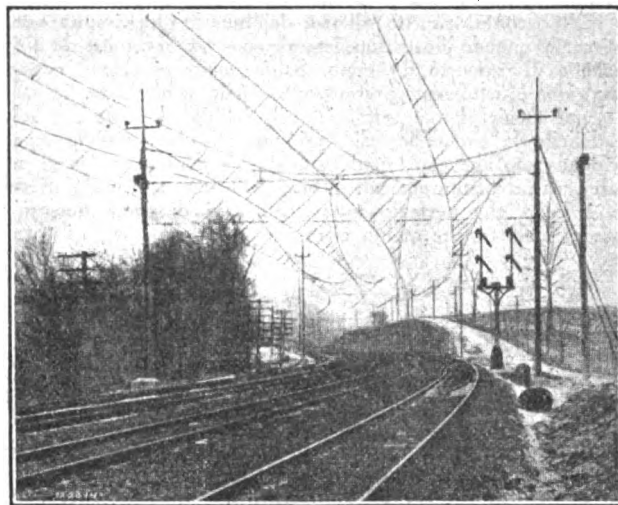



Fig. 10.

Indicando con:

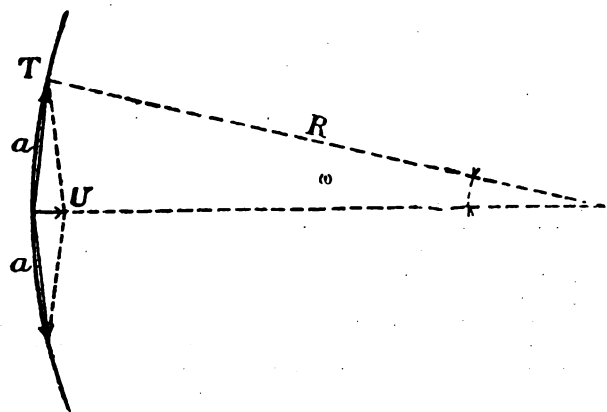
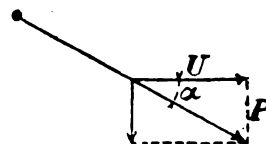



Fig. 11.

R il raggio della curva
a la distanza fra i pendini
ω l'angolo al centro corrispondente
T la tensione del filo di contatto
U la risultante della tensione secondo il raggio
P il peso di una lunghezza a del filo
α l'angolo di inclinazione dei tendini

per l'equilibrio dovrà essere:

$$P = U \operatorname{tg} \alpha$$

ma: $U = 2\,T \operatorname{sen} \frac{\omega}{2} = T\,\omega = T\,\frac{a}{R}$

e quindi:

$$P = T\,\frac{a}{R} \operatorname{tg} \alpha \quad \operatorname{tg} \alpha = \frac{P R}{T a}$$

Variando T varia α e la linea si sposta. Questa caratteristica è molto importante perchè dà alla sospensione un certo grado di autocompensazione di fronte alle variazioni di temperatura.

La proiezione orizzontale di una linea flessibile è ancora un poligono ma in questo caso i lati sono altrettanti quanti sono gli intervalli fra i pendini e quindi praticamente il filo di contatto segue più esattamente l'asse del binario.

Il comportamento dei due tipi di linea si differenzia notevolmente nelle curve.

Le linee poliedriche presentano in corrispondenza dei supporti altrettanti punti obbligati i quali danno luogo a variazioni brusche della flessibilità anche per effetto dell'organo stabilizzatore del filo di contatto (braccio o tirante). Si è constatato che con velocità superiori ai 50 km-ora, in questi punti si hanno quasi sempre degli archi. Le linee flessibili, al contrario, anche in curva mantengono inalterata la loro flessibilità. Il filo di contatto può sollevarsi liberamente provocando semplicemente una maggiore inclinazione dei pendini ed anzi il sollevamento è favorito da una conseguente leggera diminuzione della tensione.

In rettilineo i due tipi di sospensione si equivalgono.

La linea flessibile obbliga a disporre i supporti sempre all'esterno della curva, e quindi tanto su un lato quanto sull'altro della via e spesso molto spostati rispetto all'asse dei binari. Questo può essere un inconveniente quando il terreno laterale sia già occupato da linee telegrafiche o di trasporto d'energia. Salvo queste eccezioni, questo tipo di sospensione è nettamente preferibile a quello semi rigido.

Alcuni tecnici hanno affacciato il dubbio che con un solo filo riesca difficile la captazione di forti correnti: in realtà le esperienze hanno dimostrato che con buoni pantografi a doppio pattino si possono assorbire senza difficoltà correnti di oltre 500 amp. alle maggiori velocità e non è detto che perfezionando gli organi di presa non si possa superare di molto anche questa cifra.

✶

Influenza delle variazioni di temperatura.

Col variare della temperatura variano le tensioni della corda portante e del filo di contatto. Per avere una buona presa di corrente è necessario che la tensione del filo di contatto non scenda oltre un certo limite. D'altra parte, mentre le minime tensioni si raggiungono alle massime temperature, è necessario anche provvedere perchè alle temperature minime la tensione nel filo non raggiunga valori eccessivi. I primi costruttori, preoccupati di questo fatto, avevano introdotti degli organi compensatori, generalmente a contrapeso, inseriti lungo la linea ad intervalli di 1 km ed anche inferiori. In pratica si trovò che l'efficacia di tali compensatori era molto dubbia per il loro funzionamento irregolare così che in molti impianti vennero senz'altro aboliti senza conseguenze dannose. Sarebbe azzardato concludere da questo dell'inutilità della compensazione, perchè, mentre il cattivo funzionamento delle prime prove deve attribuirsi in gran parte alla rudimentalità degli organi impiegati, si deve pure riconoscere che le linee hanno potuto mantenersi in efficienza solamente in grazia della compensazione derivante dalla flessione elastica dei sostegni nelle curve. Ed è una fortunata coincidenza che nella stagione invernale, quando per i maggiori freddi si hanno le tensioni più elevate nelle linee e quindi le maggiori sollecitazioni in testa ai pali, il terreno gelato offra una maggiore resistenza al rovesciamento degli stessi e consenta quindi una maggiore flessione.

Ma quando si voglia trascurare questa flessione elastica dei supporti, e converrà farlo sempre quando i supporti presentino una certa rigidità, si deve concludere che la compensazione è indispensabile per le linee semi-rigide le quali hanno una lunghezza invariabile, mentre è superflua in certe condizioni, per le linee flessibili.

Esaminiamo più a fondo quest'ultimo caso.

Consideriamo una linea flessibile di una certa lunghezza formata da curve di raggi diversi alternate con rettilinei e supponiamo che il filo di contatto sia teso con una tensione T_0 alla temperatura θ_0.

Ammettiamo che la tensione del filo sia costante lungo tutta la linea. Ne consegue che in una curva di raggio R tutti i pendini avranno la stessa inclinazione α_0 sull'orizzontale data dalla formula:

$$\operatorname{tg} \alpha_0 = \frac{P R}{a T_0}$$

(valgono le notazioni precedenti).

Se, per una ragione qualsiasi, la tensione aumenta, α_0 diminuisce ed i pendini di una stessa curva ruotano tutti di una stessa quantità. Sia α_1 il nuovo angolo di inclinazione ammetteremo che la linea, che aveva in origine la forma di un arco di cerchio orizzontale di raggio R mantenga tale forma riducendosi il raggio ad R_1 dove $R_1 < R$.

In queste condizioni, la variazione dell'angolo di inclinazione dei pendini porta ad un allungamento L_1 della linea il quale, per una lunghezza L e per una curva di raggio R è dato da:

$$\frac{L_1}{2 \pi R_1} \left[2 \pi R_1 - 2 \pi \left(R_1 + l \cos \alpha_0 - l \cos \alpha_1 \right) \right]$$

o

$$\frac{L_1 \, l}{R_1} \left(\cos \alpha_1 - \cos \alpha_0 \right)$$

dove l è la distanza, misurata nel piano trasversale di un sostegno, fra il punto di sospensione ed il filo di contatto.

Per ogni curva si avrà un allungamento analogo e l'allungamento totale della linea dovuto alla maggiore inclinazione dei pendini nelle curve sarà dato dalla:

$$l \, \Sigma \, \frac{L_1}{R_1} \left(\cos \alpha_1 - \cos \alpha_0 \right)$$

D'altra parte se la temperatura si abbassa da θ_0 a θ_1 ($\theta_1 < \theta_0$) la linea si raccorcia in tutta la sua lunghezza L della quantità:

$$L \, K \, (\theta_0 - \theta_1)$$

dove K è il coefficiente di dilatazione termica lineare del metallo; mentre la sua tensione dal valore t_0 per mm² passa al valore t_1 dove $t_1 > t_0$. Per effetto di questo aumento di tensione, la linea s'allunga della quantità:

$$L \, \frac{t_1 - t_0}{E}$$

dove E è il modulo d'elasticità del metallo. Scrivendo che gli accorciamenti devono essere eguali agli allungamenti, si ha l'equazione d'equilibrio che permette di risolvere i problemi della compensazione e precisamente:

$$L \, K \, (\theta_0 - \theta_1) = l \, \Sigma \, \frac{L_1}{R_1} \left(\cos \alpha_1 - \cos \alpha_0 \right) + L \, \frac{t_1 - t_0}{E}$$

Se, per esempio, per una data linea nella quale il filo di contatto sia stato teso alla tensione di 1200 kg a 15°, si vuol sapere se siano necessari o meno i compensatori nell'ipotesi che essi siano superflui quando a — 10° la tensione risulti inferiore ai 1600 kg, l'equazione di compensazione si trasforma nella disuguaglianza:

$$L \, K \, (\theta_0 - \theta_1) \leq l \, \Sigma \, \frac{L_1}{R_1} \left(\cos \alpha_1 - \cos \alpha_0 \right) + L \, \frac{t_1 - t_0}{E}$$

perchè in questo caso condizione necessaria e sufficiente è che gli accorciamenti siano inferiori o eguali agli allungamenti. In detta espressione tutti i termini sono noti e non resta che verificare se sia soddisfatta.

Va notato che i risultati saranno esatti solo nel caso che i rettilinei e le curve siano alternati regolarmente poichè se nella linea fosse inserito un tratto molto lungo di rettilineo, non potrà farsi sentire su di esso l'azione compensatrice delle curve, anche importanti, che lo precedessero e lo seguissero.

Altro problema che si può risolvere coll'equazione di compensazione è quello della determinazione della tensione nel filo in corrispondenza ad una data variazione di temperatura, essendo note le condizioni iniziali di posa.

Supponiamo di voler determinare per la linea precedente tesa a 1200 kg a 15° la tensione del filo a 40°. Si calcola per ciascuna curva il valore del rapporto

$$\frac{\cos \alpha_1 - \cos \alpha_0}{R_1}$$

in funzione della tensione, e si traccia la curva C (fig. 12) rappresentante i valori di

$$l \, \Sigma \, \frac{\cos \alpha_1 - \cos \alpha_0}{R_1}$$

in funzione della tensione. D'altra parte l'equazione di compensazione

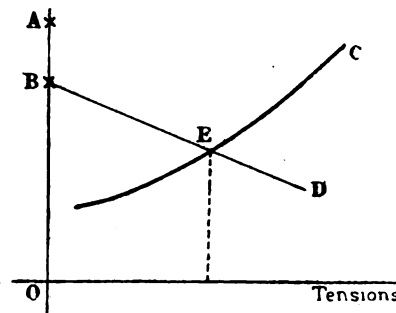



Fig. 12.

si può scrivere:

$$l \, \Sigma \, \frac{L_1}{R_1} \left(\cos \alpha_1 - \cos \alpha_0 \right) = L \, K \, \theta_0 + \frac{L \, t_0}{E} - L \, K \, \theta_1 - \frac{L \, t_1}{E}$$

ed in essa:

il termine $L K \theta_0 + \frac{L t_0}{E}$ dipende esclusivamente dalle condizioni di posa: portiamone il valore corrispondente in $O A$.

Il termine $L K \theta_1$ dipende esclusivamente dalla temperatura finale; portiamone il valore in $A B$;

Il termine $\frac{L t_1}{E}$ dipende dalla tensione ed è rappresentato dalla retta $B D$.

L'ascissa del punto E di intersezione fra questa retta e la curva C dà il valore cercato dalla tensione.

Tracciando le parallele a $B D$ si possono determinare facilmente le tensioni in corrispondenza alle diverse temperature e verificare p. es. se alla massima temperatura la tensione del filo è ancora entro i limiti ammissibili per una buona presa.

In tutto quanto è detto sopra si è ammesso che il filo di contatto sia continuo ed uniforme. In realtà lungo una linea vi sono molti punti singolari (giunti, sezionatori, scambi, passaggi obbligati nei quali è necessario variare l'altezza del filo di contatto) i quali costituiscono altrettante cause di perturbazione per la flessibilità della linea e fanno entrare in gioco l'inerzia delle masse che costituiscono l'organo di presa. Per assicurare la buona conservazione delle linee aeree è quindi indispensabile studiare con cura anche gli organi di presa.

★

Le caratteristiche essenziali di un buon organo di presa si possono riassumere così:

1) Deve esercitare sul filo di contatto una pressione statica quanto più possibile costante ed indipendente dall'altezza del filo sul piano del ferro.

2) Deve presentare minime resistenze passive così che la pressione di ascesa sia presso che eguale alla pressione di discesa.

3) Pur essendo leggerissimo, deve offrire una grande stabilità laterale per evitare le oscillazioni dell'archetto pericolose specialmente negli scambi.

4) Deve essere poco sensibile alla resistenza dell'aria.

5) Deve presentare un'inerzia piccolissima così da poter seguire in corsa i dislivelli della linea di contatto senza provocare sovrapressioni o depressioni eccessive.

L'organo di presa è, generalmente, a pantografo; costituito cioè da un parallelogrammo articolato comandato per mezzo di molle o dell'aria compressa.

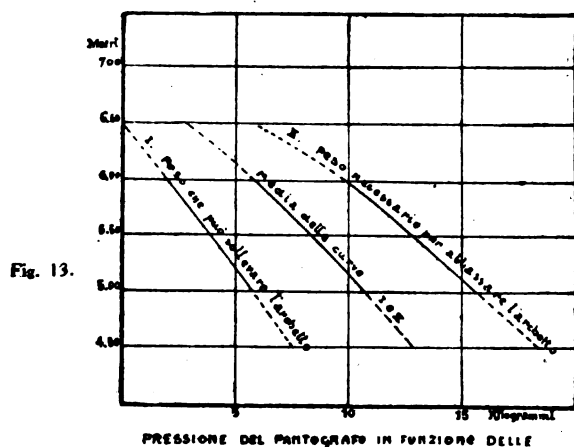
Il comando pneumatico ha, in apparenza, il vantaggio di presentare una pressione costante a tutte le altezze contrariamente alla molla nella quale lo sforzo varia colla deformazione. In realtà, oltre gli attriti nei cilindri che non sono affatto trascurabili, la pressione dell'aria compressa subisce in pratica variazioni del 15-20%. La pressione sul filo di contatto è il risultato della differenza fra la pressione dell'aria (o delle molle) ed il peso degli organi di presa (trascurando le resistenze passive) differenza che in generale è dell'ordine del 30% della pressione dell'aria o delle molle. Se dunque la pressione dell'aria può variare del 20%, la variazione della pressione sul filo di contatto potrà arrivare al 50%, ciò che non è assolutamente ammissibile. Al contrario colle molle è possibile correggere le variazioni della pressione spostando opportunamente le manovelle che trasmettono lo sforzo al pantografo. Inoltre, il comando con molle permette la manovra del pantografo indipendentemente dall'aria compressa il che può presentare qualche vantaggio all'inizio del servizio.

La prima delle condizioni e cioè la costanza della pressione alle diverse altezze non è molto facile da realizzare in pratica perchè lo sforzo da applicare al pantografo è relativamente piccolo ed è difficile realizzare, con mezzi meccanici semplici, la legge di variazione di tale sforzo.

Per diminuire le resistenze passive conviene adottare nelle articolazioni dei supporti a sfere.

Nelle curve della fig. 13 sono indicati i risultati di prove eseguite su 60 pantografi di tipi diversi, muniti di articolazioni ordinarie, sui quali vennero misurate le differenze fra i pesi necessari per abbassare il pantografo con moto uniforme ed i pesi che il pantografo poteva sollevare pure con moto uniforme per l'azione delle proprie molle.

Fig. 13.

PRESSIONE DEL PANTOGRAFO IN FUNZIONE DELLE ALTEZZE

Dall'esame delle curve si vede come tali apparecchi possano riuscire dannosi alla linea quando si trovino a dover seguire in piena velocità bruschi cambiamenti nell'altezza del filo di contatto. In caso di abbassamento avremo un eccesso di pressione perchè alla pressione normale si aggiungono le resistenze passive e l'inerzia delle masse; il contrario si verifica in caso di innalzamento col pericolo che si interrompa il contatto.

Per realizzare una buona stabilità laterale converrà adottare articolazioni molto lunghe, mentre per attenuare gli effetti della resistenza dell'aria converrà studiare una struttura molto aperta. Infine, per quanto concerne l'inerzia delle masse, conviene tener presente che i dislivelli che presenta una linea di contatto aerea sono di due specie: quelli piccolissimi dovuti alle variazioni della flessibilità lungo una campata e quelli dovuti alle variazioni dell'altezza del filo di contatto necessarie in certi punti di passaggio obbligato (ponti, sottopassaggi, ecc.)

I primi hanno una frequenza assai elevata e spesso, per una data velocità, presentano una periodicità ben determinata dovuta al fatto che i punti di sospensione del filo (pendini) sono distribuiti uniformemente. Perchè questi piccoli dislivelli possano essere superati senza inconvenienti è necessario che la massa vibrante dell'organo di presa sia leggera quanto più possibile. L'archetto deve essere indipendente dal corpo del pantografo e vi dev'essere sospeso con sistemi specialmente curati affinchè gli spostamenti di esso si facciano risentire in misura minima sul pantografo, così che la massa di questo non entri, per così dire, in gioco.

Queste considerazioni porterebbero ad adottare per la sospensione dell'archetto delle molle di grande flessibilità.

Queste però, mentre presentano una grande deformazione statica, richiedono piccoli sforzi per piccole variazioni ed inoltre formano colla massa dell'archetto che sostengono un sistema avente un proprio periodo di oscillazione. Per queste ragioni questo sistema di sospensione non è sembrato il migliore ed i tecnici della Compagnia du Midi hanno invece studiato ed adottato in seguito ai risultati di diverse prove, un tipo speciale di sospensione indicato schematicamente nella fig. 14.

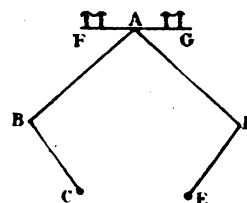



Fig. 14.

La concezione di un tale tipo di sospensione è basata sull'osservazione che al centro delle vetture ferroviarie a carrelli si raggiunge la massima stabilità durante la corsa. Lo spostamento dell'archetto lungo il filo di contatto è in tutto paragonabile alla corsa del veicolo sulle rotaie e quindi, considerando la membratura FG come la cassa del veicolo, se si montano alle due estremità di essa i pattini appoggiati su sospensioni elastiche (analoghe ai carrelli della vettura) avremo nel punto centrale A la massima stabilità e quindi saranno minime le sollecitazioni che si trasmettono al pantografo. Le prove eseguite hanno confermato queste previsioni.

I grandi dislivelli della linea di contatto obbligano invece il pantografo a deformarsi assai rapidamente quando siano percorsi a grande velocità. In questo caso entra in gioco l'inerzia di tutte le masse costituenti l'organo di presa ivi compresi anche i pattini di scorrimento. Per non disturbare eccessivamente le condizioni di presa è necessario perciò studiare il pantografo dal punto di vista dinamico e cercare di adattare l'andamento della linea ai risultati di questo studio [1].

Per quanto si riferisce alla pressione del pattino sul filo di contatto, gli ingegneri americani adottano generalmente il valore di 11 kg, mentre gli ingegneri europei si limitano a valori inferiori variabili da 4 a 8 kg.

La resistenza all'avanzamento cresce invero assai rapidamente colla pressione perchè oltre un certo limite non è più in gioco il semplice attrito del metallo su metallo, ma interviene anche lo spostamento di un'onda di deformazione analoga a quella che si produce nel rotolamento di un corpo duro su di un corpo molle.

Nei casi della pratica per i quali si può ammettere la perfetta flessibilità del filo di contatto, è necessario che la pressione non superi un certo valore che si può esprimere col prodotto $K p T$ nel quale K è un coefficiente che dipende dal tipo della linea, p è il peso in kg per metro lineare del filo di contatto, e del filo ausiliario se esiste, T è la tensione del filo di contatto.

Il valore di K va determinato caso per caso sperimentalmente.

Per sospensioni a catenaria semplice, del tipo semirigido, non compensata e per un valore di T di 600 kg a 15° si è trovato che K non deve essere superiore a 1/50. Naturalmente converrà adottare valori più piccoli quando la costruzione dell'organo di presa sia tale da garantire anche con essi un buon contatto.

*

Segue, a questo punto, una descrizione particolareggiata dei vari tipi di sospensione adottati sulle linee della Compagnia du Midi, sulla Chicago-Milwaukee e sulla Filadelfia-Paoli ed infine l'autore accenna agli esperimenti eseguiti dalla Compagnia du Midi per l'attrezzatura delle nuove linee da elettrificarsi a corrente continua a 1500 volt sulle quali si vogliono raggiungere le maggiori velocità. E' stata adottata una sospensione flessibile sul tipo della Filadelfia-Paoli a doppio isolamento con filo ausiliario. La sezione dei conduttori è di 100 mm² ciascuno, la campata normale è di 90 metri in rettilineo e nelle curve di raggio superiore ai 2000 metri, di 60 metri nelle curve con raggio fra 2000 e 800 metri e di 45 metri nelle curve con raggio $R = 800$ metri. La tensione del filo di contatto e del filo ausiliario a $+15°$ è di 700 kg; quella della corda portante di 1350 kg.

Caratteristica di questa sospensione è l'abolizione dei bracci stabilizzatori i quali nelle curve non sono necessari e nei tratti in rettilineo sono sostituiti da doppi tiranti a molla di tipo nuovo che alle prove hanno dato buoni risultati.

Concludendo, l'autore si dichiara convinto della possibilità di assorbire forti correnti alle maggiori velocità anche con linee di contatto aeree e prevede la possibilità di raggiungere in queste condizioni anche con treni pesanti la velocità di 120 km-ora raggiunta sulla Filadelfia-Paoli con automotrici. Per ottenere questo è però indispensabile vengano eliminate dalla linea tutte le apparecchiature accessorie, come bracci stabilizzatori, coltelli sezionatori, isolatori di sezione e simili, le quali, variandone le condizioni di flessibilità possono essere causa di colpi sull'archetto o, in generale, di disturbi al contatto.

(g. a. r.)

---

[1] Rimandiamo i lettori che volessero approfondire questo argomento al numero del 6 agosto 1921 della Rev. Gen. de l'Electr. dove l'autore sviluppa il calcolo del comportamento dinamico del pantografo deducendone le curve di posa della linea.

:: :: :: CRONACA :: :: ::

LA CONFERENZA INTERNAZIONALE DI PARIGI PER LE GRANDI RETI DI TRASPORTO DI ENERGIA ELETTRICA AD ALTISSIMA TENSIONE.

Come abbiamo annunziato ai nostri lettori, dal 21 al 26 Novembre u. s. ha avuto luogo a Parigi la «Conferenza internazionale per le grandi reti di trasporto di energia elettrica ad altissima tensione» promossa dall'Unione dei Sindacati dell'Elettricità.

All'appello hanno risposto con interesse i tecnici dei vari Paesi: Erano rappresentate 13 Nazioni e cioè: Italia, Gran Bretagna, Francia, Stati Uniti d'America, Giappone, Belgio, Olanda, Norvegia, Svezia, Danimarca, Spagna, Svizzera e Polonia. I delegati erano circa 60 e gli aderenti oltre 200.

L'Italia fu sollecita ad intervenire e fu rappresentata dai colleghi: Del Buono - Norsa - Semenza - Prinetti - Niccolini. L'Ing. Emanueli che aveva aderito, non potè, all'ultima ora intervenire.

La conferenza riuscì della più alta importanza per il numero dei rappresentanti, per le loro comunicazioni, per gli argomenti trattati e per la organizzazione della riunione, che occupò ben dieci sedute fra antimeridiane e pomeridiane.

Il 24 Novembre i delegati furono invitati ad assistere alla solenne manifestazione in onore di Ampère alla Sorbona tenuta sotto la Presidenza del Presidente della Repubblica, e con l'intervento delle più alte mentalità politiche, tecniche, e scientifiche della Francia.

La sera del 24 fu offerto ai delegati un banchetto dall'Unione dei Sindacati di Elettricità e quella del 26 un banchetto dall'Associazione degli Ex Allievi della Scuola Superiore di Elettricità, durante il quale fu offerta agli intervenuti un'audizione con telefonia senza fili dalla Stazione ultra-potente di S. Assise posta a 60 km di distanza. Il 25 i Delegati offrirono un pranzo al Comitato Esecutivo della Conferenza.

I giorni 27, 28, 29 e 30, furono dedicati alle visite della Centrale di Gennevilles (200.000 kW) della Stazione ultra-potente di S.te Assise, e della zona devastata del Nord e di Verdun.

Ai nostri Delegati fu dato un ricevimento alla Camera di Commercio a Parigi con piena cordialità.

*

L'Ufficio di Presidenza del Congresso risultò così composto: Presidenti d'onore: *M. Blondel - Mailloux* — Presidente: *M. Legouez* — Relatore Generale: *M. Boucherot* — Segretario Generale: *M. Tribot Laspière* — Vice Presidenti: *M. Bauer* (Svizzera) - *M. Del Buono* (Italia) - *M. Woodhouse* (Inghilterra) - *M. Kennelly* (Stati Uniti).

La conferenza era suddivisa in 3 Sezioni.

1ª Sezione: Produzione e trasformazione della corrente. - Presidente: M. Cordier - Vice Presidenti: Gevaert (Belgio) - Angelo (Danimarca) - Relatore: Payan.

2ª Sezione: Costruzione delle linee. - Presidente: M. Duval - Vice Presidenti: Bakker (Olanda) - Hansson (Svezia) - Relatore: Lavanchy.

3ª Sezione: Esercizio delle reti. - Presidente: M. Pinchon - Vice Presidenti: Shibusawa (Giappone) - Traaholt (Norvegia) - Relatore: M. Bucher.

I rapporti presentati, stampati od esposti dagli autori, furono oltre 60, ed inoltre furono distribuite interessanti pubblicazioni. Le memorie erano divise secondo gli argomenti in 4 gruppi, di cui, 3 assegnati alle 3 Sezioni in cui la conferenza era divisa, ed 1 contenente argomenti di carattere generale; queste ultime però non vennero discusse.

Le comunicazioni furono oltre una sessantina: 11 per la 1ª Sezione; 17 per la 22ª Sezione; 17 per la 3ª Sezione; 15 della Serie O. Fra esse ricordiamo.

La Presidenza decise di tenere tutte le letture a Sezioni riunite per dare ai Delegati la possibilità di assistere a tutte le Sedute.

Le riunioni riuscirono assai interessanti e proficue anche perchè le memorie furono presentate già stampate, in modo che i vari delegati poterono prenderne visione in tempo, ed i relatori fecero solo una breve esposizione di pochi minuti, talchè la maggior parte delle sedute fu concessa alle discussioni e nel tempo prefisso si poterono discutere ben 60 lavori.

Le discussioni così guidate e indirizzate dalle relazioni scritte, riuscirono utilissime e ad esse assistevano circa duecento persone. Le discussioni si portarono sopra i più svariati problemi relativi ai macchinari, alla produzione, al trasporto ed alla distribuzione dell'energia.

Speriamo di poter ritornare più ampiamente sui risultati della conferenza quando ne verranno pubblicati i verbali: siamo però lieti di poter dare su di essa qualche notizia di dettaglio.

Per la 1ª Sezione segnaleremo i punti seguenti:

Tensioni per gli alternatori. — Quantunque il rapporto Hansson concludesse per la tensione massima di 6000 volt, come quella che permette in generale l'armatura a 2 conduttori per scannellatura, la maggioranza si è invece dichiarata favorevole a raggiungere quando fosse necessario i 10 500 e anche 15 000 volt che l'esperienza americana dimostra pratici.

Venne messo in evidenza il pericolo di connettere alternatori direttamente con linee aeree.

Cadute di tensione — Vi è tendenza ad adottare forti cadute di tensione per proteggerci contro le conseguenze di corti circuiti.

I nuovi alternatori connessi a turbine per la Centrale di Gennevilliers, 40 000 kVA 1500 giri 6000 volt avranno una caduta interna massima del 22%.

Oscillazione dei gruppi elettrogeni. — Su questo argomento sul quale il Bucherot ha presentato una memoria degna di nota non si è venuti a conclusioni importanti.

Trasformatori - Cadute di tensione. — Il Signor Roth, della Brown Boveri, ha contribuito con un buon rapporto. In esso ha patrocinato anche pei trasformatori destinati a grandi impianti elevate cadute di tensione dell'ordine dell'8 - 9%. La discussione ha mostrato che in generale i presenti erano favorevoli. Fu mostrato anche un deciso parere contro l'impiego di prese multiple sull'alta tensione.

La discussione sulla messa a terra del punto neutro è stata alquanto confusa, giacchè mentre qui avrebbe dovuto limitarsi alle considerazioni dei circuiti dell'officina, ha invece compreso anche i circuiti di linea sui quali la discussione è stata esauriente nella sezione terza.

Importante è stato l'argomento del concatenamento dei circuiti nei trasformatori. Vennero messi in luce gli svantaggi delle connessioni YY e i vantaggi di quelli $\Delta\ Y$ specialmente in relazione alla terza armonica. In caso che sia necessario usare $Y\ Y$ (per esempio con autotrasformatori) allora occorre un terziario a Δ.

Interruttori. — Non si è venuti a conclusioni chiare sulla preferenza o meno da dare alla multiplicità delle interruzioni.

Si è molto discusso sull'utilità delle resistenza di passaggio negli interruttori. Dopo una discussione alquanto confusa a contradditoria è sembrato risultare questo: che le resistenze di passaggio sono utili per evitare lo shock di chiusura dei trasformatori, mentre non ha alcun effetto per l'apertura dei corti circuiti; per cui dovrebbe limitarsi al primo caso. Risulta però che in America e in impianti americani in Europa, dove non esistono interruttori di questo tipo, non si è mai avuto alcun guasto dovuto allo shock di chiusura. E' stato usato anche il dispositivo «Campos» per evitare le oscillazioni di apertura di corti circuiti.

In complesso si può ritenere che molti fatti dovuti a sovratensioni di origine interna sono stati gravi semplicemente perchè gli impianti erano insufficientemente isolati ed il macchinario debole.

E' stata interessante la dichiarazione di uno svizzero sulla impossibilità di calcolare gli interruttori ad olio poichè le variabili che entrano in gioco sono circa un centinaio: da ciò possiamo dedurre che in questa materia è bene fidarsi di chi ha più larga pratica.

Sottostazioni all'aperto. — Si sono manifestate correnti favorevoli e correnti contrarie a questo tipo di sottostazioni. Dalle varie dichiarazioni è sembrato risultare che ad alte tensioni vi sia veramente un'economia che alcuni hanno previsto del 20%. Altri sono preoccupati della difficoltà di esercizio: ma in generale coloro che ne hanno in esercizio: ne sono soddisfatti e i dubbi sono sollevati da quelli che non ne hanno. Fu anche accennato alla disposizione comportante un tetto o qualche parete (Norsa), ma queste soluzioni intermedie che richiedono una struttura robusta per resistere al vento, non sembrano incontrare favore.

Fu anche fatto notare come l'adozione di sottostazioni all'aperto richieda trasformatori ed interruttori largamente dimensionati.

Notevole è il rapporto del Darrieus sulla potenza reattiva. Esso rappresenta uno studio abbastanza completo del problema della trasmissione d'energia secondo le vedute moderne e dell'impiego dei condensatori sincroni: e quantunque sia fatto secondo i criteri alquanto complessi della nuova scuola francese, la quale tende a sostituire alla concezione delle correnti quella dei flussi e dà alla potenza reattiva una veste reale, pure la vista d'assieme è buona.

2ª Sezione – Costruzione delle linee.

Calcolo delle linee. — Il rapporto Lavanchy sulla relazione fra gli elementi di calcolo delle linee ha dato luogo ad una discussione alquanto ampia. In complesso l'esperienza di quelli che hanno avuto linee da calcolare si è ribellata contro la pretesa di poter determinare la tensione più economica coll'uso di qualche formola. Il numero dei coefficienti in gioco è grande e molti di essi variano con leggi difficili a mettere in formola. Anche la legge di Kelvin venne richiamata e criticata: ingiustamente perchè il merito di Lord Kelvin è stato di introdurre nel calcolo l'elemento economico ed il concetto di minimo, senza pretendere di risolvere problemi che non erano stati posti.

L'ing. Norsa ha demolito parte delle conclusioni del Lavanchy, coll'osservare che le formole non avevano valore se non comprendevano anche gli elementi dei trasformatori; l'ing. Del Buono ha ricordato i metodi grafici.

Supporti. — E' risultato che in molti paesi i pali in cemento armato sono usati con soddisfazione (Svezia, Norvegia, Svizzera, Francia). Non è però risultato che siano sempre economici: quando si tratta di farli molto alti e pesanti conviene gettarli in posto e nella posizione definitiva verticale. Un vantaggio, di cui si parla spesso, è l'economia in esercizio per la non necessità di riverniciarli.

Si è poi discusso sui pali tipo europeo e tipo americano. I pareri erano alquanto divisi. Si è comunicato che in un impianto nel Jura si è potuto usare il tipo americano con economia, perchè i proprietari hanno ammesso di potere coltivare il terreno nella zona compresa fra i 4 piedi.

Comunque un calcolo definitivo non si può fare se non si adottano pei due tipi le stesse sollecitazioni e le stesse costanti, ciò che forse non si è fatto.

Molti pali elastici sono usati in Svezia e con successo. Il Borgquist (Svezia) ha però sollevato obiezioni sull'impiego di questi pali cogli isolatori sospesi, perchè in caso di rottura di un filo di palo, resta trattenuto dal solo filo di terra. La difficoltà potrebbe essere girata coll'attaccare il filo di terra ad un braccio articolato. (Semenza)

Hobble (Spagna) richiama l'attenzione sul fatto che l'impiego di isolatori sospesi dispensa di tener calcolo della tensione longitudinale.

Conduttori. — Si è molto discusso sull'impiego dell'alluminio e specialmente delle freccie con anima d'acciaio. Molti hanno sollevato dubbi sulla durata dell'anima stessa. Porrochet (Svizzera) ha insinuato che la conservazione riscontrata in pratica possa dipendere dal grasso che viene usato nella trafilazione dell'alluminio e domanda se a poco a poco collo sparire di tale grasso non si avranno fastidi. Gli americani si mostrano decisamente sicuri che la treccia d'alluminio protegge a sufficienza il filo di acciaio. Quanto ai giunti gli ultimi tipi americani a schiacciamento danno ottimi risultati.

Linee di alluminio tese lungo il mare e in distretti dove si svolge cloro non hanno mostrato alcuna deteriorazione.

In conclusione l'impiego delle corde d'alluminio armato si può raccomandare e il problema di preferirlo al rame, tenendo conto dell'effetto corona, diventa puramente economico.

Isolatori. — La discussione si è sopratutto aggirata intorno agli isolatori sospesi.

Il Vedovelli nel suo rapporto presenta risultati di esperienze, secondo le quali il gradiente di potenziale resta suddiviso pressochè nel modo seguente (per catene da 5 a 9 elementi): 45% sull'isolatore verso la linea, 25% su quello verso terra e 30% suddiviso fra gli altri. Il fatto che l'ultimo isolatore verso terra sopporti una tensione maggiore può, secondo il Kennelly dipendere dalle condizioni dell'esperienza. Infatti la capacità della montatura alla quale è attaccata la catena può influire sulla distribuzione della tensione.

Dalle osservazioni sopra catene, il Vedovelli trova che vi sarebbe tutta convenienza a usare solo 2 o 3 elementi anche per altissime tensioni. Ciò farebbe sparire uno dei vantaggi della catena che è quello di permettere la continuità del servizio anche con un isolatore guasto. I pochi che hanno lunga pratica cogli isolatori sospesi hanno dimostrato non risultare maggiore il numero delle rotture sul primo isolatore della catena che sugli altri. Invece Hobble (Spagna) ha trovato maggiori rotture sugli isolatori d'ammarraggio che sugli altri.

Un interessante rapporto dell'Austin è presentato dal signor Mailloux. Esso è contrario agli anelli di guardia.

La situazione a questo proposito è la seguente:

Alcuni (Ohio Brass Co. guidata dall'Austin) non consiglia gli anelli di guardia perchè diminuiscono la distanza esplosiva: altri (G. E. C. guidata dal Peek e dal Ryan) trovano che conviene sacrificare la distanza esplosiva al vantaggio di avere una più eguale ripartizione di potenziale. L'esperienza mostrerà da qual parte sia la ragione.

Dalla discussione è risultato anche che alle prove di trazione resistono meno gli isolatori tipo Jewlett che quelli a cappa e perno. Questo fatto ha portato a esaminare la vera natura degli sforzi che si hanno sugli isolatori e ne risulta che nel tipo cappa e pernio non è vero che la porcellana lavori per trazione, ma lo sforzo è una specie di tendenza allo scorrimento nella cappa che si trasforma all'ultima analisi in compressione. Ciò che fa rompere gli isolatori Lewlett è probablimente il fatto che la corda metallica di collegamento non appoggia su una larga superficie della porcellata dando quindi luogo a sforzi concentrati che sono i più dannosi per la porcellana.

Hobble ha presentato la fotografia di un piccolo apparecchio elettrostatico da usarsi in linea, invece del buzz-stick. Esso avrebbe il vantaggio di non cortocircuitare l'isolatore.

Sulla questione dell'*invecchiamento* il risultato della discussione può essere riassunto dicendo che i fenomeni osservati non sono attribuiti a invecchiamento della porcellana, ma bensì a quello dell'isolatore, dovuto a cause puramente meccaniche (dilatazione, espansione del cemento, ecc.). Questi fenomeni sembrano ormai ridotti ad una piccolissima percentuale. (Spagna, Norvegia, Svezia, Svizzera, Stati Uniti d'America).

Pratiche ed imposizioni governative. — I francesi hanno levato molte lamentele per gli intralci che si infrappongono alla esecuzione delle linee da parte delle autorità. Parecchi altri paesi si sono lamentati pure. La discussione si è specialmente concentrata sugli attraversamenti.

Sembra che soltanto nella Svizzera vi siano disposizioni ragionevoli. Si è perciò venuti ad un voto perchè la questione venga internazionalmente studiata: ed in seguito ad altro ordine del giorno votato, essa farà oggetto di studio della Commissione Elettrotecnica Internazionale.

Cavi. — L'interessante rapporto francese non ha avuto molte discussioni non essendo presenti fabbricanti di cavi di altri paesi. Mancava come si è detto l'ing. Emanueli che avrebbe potuto portare un utile contributo.

Diversi. — A questa sezione appartengono altre memorie fra le quali è da segnalare quella del Blondel relativa ad una modificazione agli attuali condensatori sincroni e uno del Boucherot che propone la trasmissione d'energia a reattanza costante. Quest'ultimo è classificato nella sezione terza, ma sembra più omogeneo agli argomenti della seconda.

Questi due studi sono per ora puramente teorici e come tali molto razionali e geniali. Ma siccome l'attuazione loro domanda parecchie complicazioni di macchinario non è possibile dir nulla per ora sulla loro convenienza pratica.

Il più radicale dei due è quello del Boucherot in quanto tende ad aggiungere ai sistemi di trasmissione conosciuti uno nuovo, cioè quello a induttanza costante (in altre parole a $\cos \varphi = 1$) lasciando variare tensione e corrente col carico.

3ª Sezione – Esercizio degli impianti.

Le discussioni di questa sezione, causa la ristrettezza del tempo furono alquanto brevi, mentre avrebbero dovuto occupare il primo posto nella Conferenza.

L'argomento della messa in parallelo e dello scambio d'energia ebbe 3 rapporti principali: quello del Norsa, quello dell'Henriksen (Norvegia) e quello del Bakker (Francia) quest'ultimo di carattere teorico.

E' da lamentare che il rapporto Norsa non sia stato inviato in tempo per la stampa perchè esso è veramente il più interessante sull'argomento e il riassunto fatto nella seduta, benchè abbastanza esteso, non è stato sufficiente a darne un'idea completa.

Dalla discussione è sortita la decisione presa in Francia e in Isvizzera, di creare le così dette sbarre collettrici generali: sul quale punto è mancato il tempo di portare le opportune critiche.

Il Mailloux presentò un notevole rapporto sul Super Power schema proposto per la regione orientale degli Stati Uniti d'America.

Di alcune questioni di esercizio si trattò con abbastanza estensione.

Ricorderemo la messa a terra del neutro, i parafulmini, le comunicazioni radiotelefoniche. Mentre tutti i presenti sembravano d'accordo sulla messa a terra del neutro per le altissime tensioni, alcuni avevano dei dubbi per le tensioni medie. Le ragioni date da alcuni (Capart per esempio) non erano razionali: si deve credere che la riluttanza di molti a mettere il centro a terra dipenda dalla potenza distruttiva degli archi a tensioni medie e quindi del timore che, essendo il neutro a terra, i guasti abbiano ad assumere proporzioni gravi.

Il Boucherot fece notare che col neutro a terra la corrente dovuta al guasto assume valori assai elevati e che la interruzione di tali correnti può dar luogo a sovratensioni pericolose.

Il Semenza fece osservare come la ragione precipua che consigli la messa a terra stia nelle conseguenze gravissime delle onde a fronte eretta che si formano nei sistemi a delta isolati quando avvenga un arco a terra. Si tratta quindi di determinare se queste perturbazioni siano più o meno gravi di quelle segnalate dal Boucherot.

Il Roth (Brown Boveri) riferì a questo proposito di numerose esperienze fatte su interruzioni di corti circuiti artificiali su linee col neutro a terra. Gli oscillogrammi mostrarono che la rottura avviene sempre quando la corrente passa per *o* e quindi la massima sopraelevazione di tensione è 2 V. Per cui le preoccupazioni del Boucherot non hanno ragione di essere.

Quanto al modo di mettere a terra, l'opinione generale si è dimostrata in favore della messa a terra netta.

Molti dei presenti hanno confermato il fatto che la messa a terra del neutro ha eliminato grande numero di accidenti.

Il concatenamento migliore per questi casi è l'avere i trasformatori ΔY: sono state sollevate obiezioni abbastanza serie al sistema $Y\ Y$ quando uno dei circuiti abbia il centro a terra e l'altro no: ma queste obiezioni tengono solo per il caso di 3 monofasi concatenati: in ogni modo (e specie per gli autotrasformatori) è necessario un avvolgimento terziario a delta.

Sulla protezione contro le scariche atmosferiche la discussione fu vivace. Le conclusioni sembrano essere le seguenti:

1° Tendenza generale a eliminare gli scaricatori a spazi d'aria;

2° Tendenza a eliminare qualunque protezione per le linee ad altissime tensioni.

3° Adozione sempre più estesa di sistemi del tipo Campos.

4° Persuasione nell'efficacia del filo aereo di terra.

Venne richiamata l'attenzione sulla difficoltà di avere buone terre per la messa a terra del filo aereo, senza di che la sua efficacia è nulla.

Per le trasmissioni telefoniche, per uso dei servizi elettrici i sistemi migliori sono oggi 2 (Vedi Rapporto Latour), l'uno consiste nell'impiego di linee ordinarie, anche in ferro con amplificatori l'altro nella trasmissione di onde telefoniche sulle linee stesse di trasmissione. La comunicazione di queste onde può farsi mettendo un filo parallelo alla conduttura per una certa lunghezza (sistema dell'antenna) oppure usando speciali trasformatori o condensatori.

Molti si pronunciarono contrari al sistema dell'antenna in quanto questa può raccogliere altri segnali estranei.

E' però da chiedersi se la linea stessa non faccia in ogni caso tale funzione. Comunque i risultati che si ottengono sembrano molto confortanti. Nella Svizzera vi sono 3 impianti del genere che danno funzionamento perfetto, così pure ve ne sono in Norvegia.

Alla chiusura della riunione, furono votati tre ordini del giorno.

Di due, i testi sono i seguenti:

1°) Considerando che i lavori della Conferenza Internazionale delle Grandi Linee Elettriche ad altissima tensione hanno fornito una documentazione molto importante e completa su tutte le questioni che si collegano alle linee elettriche di trasmissione ad altissima tensione;

considerando che il successo della Conferenza ha provocato la manifestazione del desiderio unanime che i lavori comunicati in questa Conferenza siano continuati,

la Conferenza, esprimendo i suoi vivi ringraziamenti all'ufficio di organizzazione e al suo Segretario generale, sig. Tribot Laspiere, prega e autorizza il signor Laspiere a proseguire i lavori della Conferenza stessa, al fine di assicurare la continuità fra queste e le altre che si riterrà opportuno convocare in seguito.

2°). Considerando che i lavori della Conferenza Internazionale delle grandi Reti Elettriche ad altissima tensione possono fornire indicazioni molto utili ed interessanti alla Commissione Elettrotecnica Internazionale per il suo lavoro di normalizzazione, facilitandone il compito, la Conferenza autorizza il sig. Segretario Generale di questa Conferenza a trasmettere ai Comitati Nazionali della C. E. I. i risultati dei lavori di questa Conferenza.

Il terzo ordine del giorno esprimeva il desiderio che venissero studiate le legislazioni di tutti i paesi, in materia di costruzioni di linee elettriche e di attraversamenti, e che si procedesse ad una redazione in materia che potesse esser accettata internazionalmente e che fosse ispirata a semplicità, rapidità di esecuzione ed economia di mezzi.

Questo studio sarà intrapreso dalla Commissione Elettrotecnica Internazionale.

Ci è grato infine segnalare come la Delegazione Italiana, guidata dall'ing. Del Buono, abbia portato un contributo non indifferente ai lavori ed alla discussione della Conferenza.

★

PER LA INDUSTRIALIZZAZIONE E LO SVILUPPO DELLA SELVICOLTURA IN ITALIA

Nei giorni 24 e 26 Luglio, come i nostri lettori ricorderanno, fu tenuto in Udine il *IV Congresso Forestale Italiano e I° dei Problemi Idraulici della Montagna.*

Il Congresso promosso per iniziativa della « *Pro Montibus* » raccolse 300 congressisti fra i più valenti cultori delle discipline idrauliche e forestali e riuscì molto importante perchè si trattarono argomenti di grande interesse per il nostro Paese.

La nostra Associazione fu invitata a parteciparvi, e la Presidenza accolse di buon grado l'invito, desiderosa di iniziare e stringere cordiali rapporti di collaborazione coi tecnici che studiano e trattano gli importantissimi problemi dei rimboschimenti e della sistemazione dei bacini montani, problemi che sono in così intimo rapporto con gli impianti idroelettrici, il cui studio forma il principale oggetto del Comitato Idrotecnico testè costituito dalla nostra Associazione. Il nostro Presidente nel discorso che tenne all'inaugurazione del Congresso, pose bene in rilievo l'utilità di questa intima collaborazione, per lo studio dei problemi intesi a sviluppare il nostro patrimonio idrico, e la Presidenza del Congresso diede alla nostra Associazione una parte notevole nello sviluppo dei lavori.

L'Ufficio di Presidenza del Congresso era composto dell'On. *Miliani*, Presidente - *Biasutti* - Sen. *Morpurgo* - *Del Buono* - *Ranuzzi Segni* - On. *Gortani* - Vice-Presidenti.

I temi inseriti nel programma ufficiale erano i seguenti:

1° - Lo Stato e gli altri Enti e i privati nell'attività forestale - relatore Prof. *Arrigo Serpieri*, Direttore del Regio Istituto Forestale Superiore di Firenze.

2° - Il bosco come difesa del suolo, nei riguardi idro-geologici - relatore Prof. *Michele Gortani*, della R. Università di Pisa.

3° - I problemi idraulico-forestali nei rapporti coll'energia elettrica:

1° - La difesa silvo-pastorale nei bacini imbriferi: relatore Prof. *Giuseppe Tella*, del Regio Istituto forestale Superiore di Firenze.

2° - I rimboschimenti con specie di rapido accrescimento: Ing. *Domenico Civita*, Direttore dell'Associazione fra esercenti imprese elettriche d'Italia, Roma.

3° - I boschi in relazione ai fattori meteorologici: Prof. *Filippo Eredia* del Regio Ufficio Centrale di Meteorologia e Geodinamica di Roma.

4° - Importanza dei rimboschimenti per evitare la rapida decadenza per colmazione dei laghi serbatoi: Prof. Ing. *Angelo Forti* della Regia Scuola di Applicazione per gli Ingegneri di Padova.

5° - Diritti e doveri dell'industria elettrica nella politica forestale: *Ferdinando Lori*, professore di Elettrotecnica nella R. Scuola di Applicazione per gli Ingegneri di Padova.

4° - I problemi idraulici regionali: relatore Ing. *Angelo Omodeo*, Milano.

Alcuni non vennero trattati per assenza dei relatori, ma in compenso si ebbero numerose altre comunicazioni, parecchie delle quali, di grande importanza.

Quantunque esuli da questo breve cenno, il ricordare le varie interessantissime memorie e discussioni, non possiamo tuttavia passare sotto silenzio la discussione dei temi trattati dai nostri Colleghi Lori e Civita. Nella comunicazione del Prof. Lori « *Diritti e doveri dell'Industria Elettrica nella politica forestale* », l'oratore tratteggiò la fisionomia che è andata assumendo per naturale evoluzione l'industria elettrica, e la necessità che a tale evoluzione si accompagnano, e messa in evidenza tutta l'importanza che nella conservazione ed integrazione del nostro patrimonio idrico, rappresenta il bosco.

Rilevò che al Congresso furono invitati i Rappresentanti della Tecnica e della industria elettrica, e trasse da ciò ragione per auspicare che, nei futuri Congressi si affratellino ordini diversi di tecnici per la trattazione di problemi promiscui.

Le felici parole del Lori, e la profonda realtà dei concetti espressi, diedero luogo ad un Ordine del Giorno col quale si fa cenno per una sempre più intima collaborazione fra i due ordini di tecnici perchè può accelerare la soluzione di una quantità di problemi che sono di importanza fondamentale per le più prospere fortune d'Italia.

L'Ing. Civita con la sua relazione sul *Rimboschimento con specie di rapido accrescimento* considera il problema forestale in triplice aspetto: conservazione del patrimonio forestale, riparazione della devastazione forestale prodotta dall'intenso taglio di legna nel periodo bellico; (che ha depauperato il patrimonio di circa cento milioni di m³); ricostituzione dei boschi distrutti nel secolo decorso.

Il problema considerato nei due ultimi aspetti deve essere subito risolto per non vedere aumentare le devastazioni e per provvedervi il Civita pensa che unico rimedio sia quello di industrializzare il bosco onde esso possa costituire un utile, immediato e rimunerativo impiego di capitali da affrontarsi dai privati, con un lieve aiuto statale.

Comunica i risultati di alcuni suoi studi sulle robinie per trasformarle in carbone con ricupero dei sotto prodotti.

Fa un cenno sulla possibilità di impiegare in vario modo ed anche nella produzione di energia elettrica, il carbone dolce ottenuto dalla distillazione anche elettrica delle essenze dolci che propone di piantare in un primo tempo.

Nella discussione che seguì la comunicazione dell'Ing. Civita fu emesso un ordine del giorno col quale si fa voti « perchè il problema venisse sottoposto a sollecito ed esauriente studio non solo in se stesso, ma anche nei riguardi delle modalità pratiche di attuazione, ritenendo che il centro più opportuno di tali studi fosse l'Istituto superiore forestale con la collaborazione della Federazione « Pro Montibus », dell'Associazione esercenti imprese elettriche, e dell'Associazione Elettrotecnica Italiana.

In esecuzione di detto Ordine del Giorno, la Federazione « Pro Montibus » procedette nel mese di settembre alla nomina della « Commissione per la Industrializzazione e lo sviluppo della Selvicoltura » così composta:

Presidente: Bartolomeo Ruini - Arrigo Serpieri - Francesco Carlo Palazzo - Alberto Cotta - Vincenzo Zirpoli - Ulisse Del Buono - Attilio Rampoldi - Domenico Civita - Francesco Carcano - Guido Borghesani - Alfredo Dall'Agata.

La Commissione suddetta riunitasi due volte nel mese di Novembre in Roma sotto la Presidenza dell'On. Ruini tracciò un programma di lavori.

Fra questi ci piace di segnalare l'opera di diffusione e propaganda fra i tecnici dei vari problemi dei rimboschimenti e della sistemazione dei bacini montani, che per lodevole iniziativa del nostro Presidente Generale si effettuerà mediante conferenze che verranno tenute da specialisti nel prossimo anno, presso le Sezioni di Roma, Milano, Firenze, Torino, Venezia della nostra Associazione.

In tal modo i nostri Colleghi verranno messi a contatto con i problemi importantissimi delle nostre montagne, e non dubitiamo che da questo avvicinamento potranno nascere notevoli vantaggi a pro della sistemazione dei bacini dei nostri Impianti Idroelettrici.

La Commissione si propone altresì di studiare la parte legislativa del vastissimo problema, e di condurre esperienze pratiche di distillazione e carbonizzazione del legno, anche per mezzo dell'energia elettrica.

INSEGNAMENTI, ISTITUTI, ecc.

R. Istituto Nazionale d'Istruzione Professionale in Roma. — Sono aperte le iscrizioni alla Scuola di Magistero per l'abilitazione all'insegnamento delle materie tecniche nelle Regie Scuole Industriali di 2° e 3° grado e per la preparazione dei Direttori delle Regie Scuole Industriali di 1° grado.

La Scuola comprende i Corsi per l'abilitazione all'insegnamento della Meccanica e Macchine, della Tecnologia, della Elettrotecnica, della Fisica e Chimica e per la preparazione dei Direttori di Regie Scuole Industriali di primo grado.

Per l'iscrizione ai Corsi di Meccanica e macchine e di Tecnologia occorre il Diploma di Ingegnere; per la Elettrotecnica e la Fisica il Diploma di Ingegnere o la Laurea in Fisica; al Corso per Direttori di Scuole di primo grado potranno essere ammessi anche i Periti Industriali e i possessori di titoli equipollenti.

Gl'iscritti sono tenuti al pagamento di una tassa di Laboratorio di L. 200, e di un deposito di L. 50 per danni eventuali.

Le materie di insegnamento per l'anno scolastico 1921-22 sono le seguenti:

Corsi speciali: 1. Per l'abilitazione in Meccanica e Macchine:

Meccanica applicata - Prof. M. Panetti, del R. Politecnico di Torino.

Macchine - Prof. E. Ovazza, della R. Scuola di Applicazione per gl'Ingegneri di Palermo.

Misure e Collaudi relativi alle Macchine - Prof. A. Anastasi, della R. Scuola di Applicazione per gl'Ingegneri di Roma.

2. Per l'abilitazione in Tecnologia:

Tecnologia meccanica - Prof. L. Andreoni, Dirett. della Scuola.

Metallografia - Prof. G. M. Levi Malvano, della R. Università di Roma.

Metodi moderni di molitura - Prof. E. Ascione, della R. Scuola di Applicazione per gli Ingegneri di Palermo.

3. Per l'abilitazione in Elettrotecnica:

Elettrotecnica Applicata - Prof. L. Lombardi, del Politecnico di Napoli.

Misure elettriche di laboratorio e impianti di segnalazione elettrica - Prof. G. Vanni, del R. Istituto Radiotelegrafico di Roma.

4. Per l'abilitazione in Fisica e Chimica:

Fisica Generale e Tecnica - Prof. U. Bordoni, della R. Scuola di Applicazione per gli Ingegneri di Roma.

Corsi speciali (comuni a tutte le Sezioni):

Didattica e Tecnologia Generale - Prof. L. Andreoni, Direttore della Scuola.

I Fondamenti scientifici negli insegnamenti tecnici - Prof. P. Straneo, della R. Scuola di Applicazione per gl'Ingegneri di Roma.

Tecnica generale delle esperienze - Prof. T. Collodi, della R. Università di Pisa.

Problemi economico-industriali - Prof. V. Franchini, della R. Università di Roma.

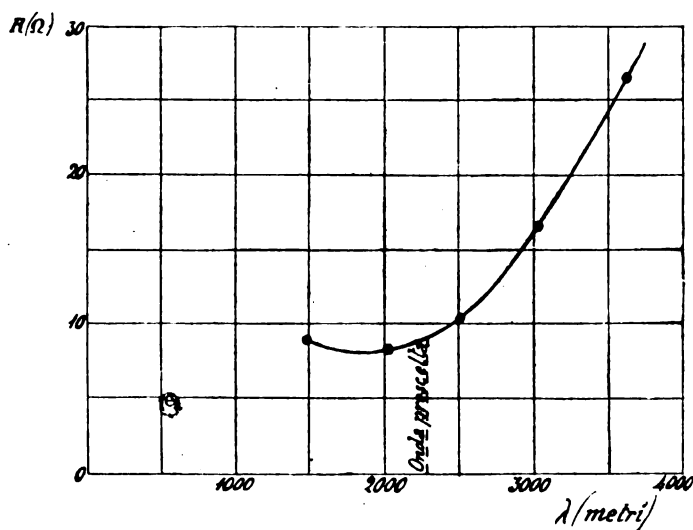
Le lezioni cominceranno ai primi del Gennaio p. v.

Per informazioni dirigersi alla Segreteria, Via Francesco Crispi, 24, Roma.

RADIOTELEGRAFIA E RADIOTELEFONIA.

Servizio Radiotelefonico fra la Sardegna e il Continente. — Il giorno 2 del corrente mese è stato eseguito, con ottimo successo, un esperimento di allacciamento radiotelefonico tra la Sardegna e il Continente e precisamente fra le Stazioni Radiotelegrafiche di *Tempio Pausania* e di *Roma* (Centocelle).

A Roma è stato impiegato l'apparecchio radiotelefonico già largamente descritto nel n° 28 del 15 ottobre 1921 dell'*Elettrotecnica*. A Tempio Pausania è stato invece impiantato un apparecchio radiotelefonico Marconi da kW 1,5 del cosidetto tipo « cabinet set ».

Le condizioni della Stazione R. T. di Tempio sono alquanto difficili per la natura del terreno roccioso, che non consente la costruzione di una efficiente presa di terra. Perciò fu necessaria una accurata scelta dell'aereo e dell'onda da impiegare nella comunicazione. L'aereo, concretato dopo alcuni tentativi, fu definitivamente stabilito con le seguenti costanti: Capacità statica 1,66 millimicrofarad, lunghezza d'onda naturale 830 metri, altezza geometrica media 60 metri, forma ad L rovesciate. La curva della resistenza in funzione della lunghezza d'onda, che qui si riprodure (fig 1), mostra chiaramente l'esistenza di

forti perdite dielettriche dovute necessariamente alla natura rocciosa del terreno ed alla non perfetta terra. Ciò non ostante il complesso da kW 1,5 permise di mettere sull'antenna circa 7 Ampere con $\lambda = 2300$ metri, più che sufficienti per una chiara corrispondenza radiotelefonica tra Tempio e Roma. Le condizioni saranno ancora migliorate con la costruzione di un contrapeso che renderà minori le perdite nella terra.

✶

A Roma, presso la Radio Centocelle, ad assistere all'importante esperimento intervennero i Ministri della Marina On. Bergamasco e delle Poste e dei Telegrafi On. Giuffrida, i Sottosegretari di Stato On. Sanna Randaccio, Carboni Boi, Sipari e Brezzi, i Senatori Ammiraglio Thaon di Revel e De Novellis, la Deputazione politica sarda composta degli On. Cocco Ortu, Aroca, Mastino, Cao, Murgia e Corsi, i Vice Ammiragli De Lorenzi e Solari, il Contrammiraglio Pullino, il Comm. Angelini Direttore Generale dei Servizi Elettrici ed altri funzionari rappresentanti dei Dicasteri della Guerra, della Marina e delle Poste.

La voce umana giunse da Tempio chiarissima, malgrado le condizioni sfavorevoli del tempo e le frequenti scariche elettriche.

Da Tempio arrivò questo messaggio:

« Nell'inaugurare la Stazione Radiotelefonica di Tempio Pausania che permette oggi per la prima volta di far giungere la voce umana dalla Sardegna a Roma, il personale della R. Marina lieto del lavoro compiuto esprime l'augurio che la nuova comunicazione possa riuscire utile al benessere di questa nobile e patriottica terra di Sardegna.

« L'Ammiraglio Nicastro, il R. Commissario e le altre Autorità qui convenute inviano deferente saluto alle Autorità che da Centocelle assistono a questa inaugurazione ».

Il Ministro delle Poste e dei Telegrafi dettò per tutti i presenti questa risposta:

« Inaugurandosi linea radiotelefonica Roma - Tempio, i Ministri della Marina e delle Poste e i Sottosegretari della Marina Mercantile, della Giustizia e delle Poste, i Senatori Ammiraglio Thaon di Revel e De Novellis, i Deputati Coccó Ortu, Murgia, Mastino, Cao, Aroca, Corsi, il Contrammiraglio Pullino, il Comm. Angelini, Direttore Generale dei Servizi Elettrici e i rappresentanti della Marina e delle Poste e della Guerra e dell'Agenzia Stefani, mandano all'Isola patriottica sacra al cuore di ogni cittadino il saluto cordiale col voto fervidissimo che il nuovo rapido diretto mezzo di comunicazione da Roma immortale rinsaldi i vincoli di solidarietà e di affetto dell'Isola con la Grande Patria Italiana. E' con profonda emozione che tutti i convenuti hanno ascoltato l'umana voce che per la prima volta porta direttamente a Roma il saluto dell'Isola. Ricambiando questo saluto ed augurio esprimono sensi di viva gratitudine al personale della R. Marina che sotto la direzione del Comandante Pession ha dato novella prova della sua alacre capacità e rivolgono un pensiero di gratitudine al grande Italiano Guglielmo Marconi che con la sua invenzione ha reso possibile la meravigliosa comunicazione telefonica ».

Si potè controllare che il messaggio fu ricevuto perfettamente comprensibile a Tempio.

Avvenuta la trasmissione e la ricezione, rilevarono con acconcie parole l'importanza dell'avvenimento, vivamente applauditi, il Contrammiraglio Pullino per la Marina, l'On. Cocco Ortu per la Sardegna e il Marchese Solari che ringraziò a nome di Guglielmo Marconi.

Sono in corso lavori per allacciare le due Stazioni R. T. alla rete urbana e si spera di poter applicare a questa coppia di Stazioni gli ultimi perfezionamenti che consentono la ricezione e trasmissione simultanea.

✶

Servizio R. T .Berlino-Londra. - (The Radio Review - Settembre 1921, Vol. II N. 9 - pag. 478). — Il 26 Gennaio fu aperto fra Londra e Berlino un servizio radiotelegrafico duplex per un periodo di tre ore giornaliere, dalle 4 p. m. alle 7 p. m. Dal lato Inglese viene impiegata quale stazione trasmettente quella di Stonehaven la sola stazione disponibile a media potenza, mentre dal lato Tedesco è impiegata la stazione R. T. di Königswüsterhausen. Dette stazioni impiegano rispettivamente la lunghezza d'onda di 4600 e 5250 m.

L'apparato trasmettente di Stonehaven consiste in un arco da 25 kW tipo Ammiragliato, manovrato da Londra per mezzo di una linea telegrafica. La stazione ricevente in Inghiltezza è situata in una sala speciale nel General Post Office west, insieme con gli apparati telegrafici e col trasmettitore Wheatstone per azionare le chiavi di segnalazione dell'arco di Stonehaven. I segnali da Berlino vengono registrati da un ordinario ricevitore Wheatstone inserito nel circuito locale di uno speciale tipo di relais ad alta sensibilità azionato direttamente dai segnali radiotelegrafici. Si stanno ora facendo prove di ricezione sugli apparati Creed. Nelle prime prove vi furono delle difficoltà dovute alle leggere variazioni della lunghezza d'onda emessa da Berlino e Stonehaven, ma la stabilità dell'onda di queste due stazioni trasmittenti è stata perfezionata. Gli atmosferici, su queste lunghezze d'onda maggiori, sono più violenti di quelli verificati sulle onde inferiori a 2000 m.

Il seguente esempio che dà un'idea del lavoro normale, mostra il traffico svoltosi da e per Londra fra le 4 p. m. e le 7 p. m. il 25 Febbraio:

	Telegrammi	Parole
Ricevuti da Berlino	120	2142
Inviati a Berlino	85	1373
	205	3515

La velocità media di trasmissione e ricezione varia fra le 25 e 50 parole al minuto.

M. Z.

VARIE.

Il sessantenario dell'Electrician. — Lo scorso mese di novembre, e precisamente il giorno 11, venne festeggiato il sessantenario dal decano dei giornali elettrotecnici inglesi, l'*Electrician*, il cui primo numero porta la data del 9 novembre 1861.

Nel suo numero commemorativo il vecchio giornale inglese fa una rivista dei progressi che l'elettrotecnica ha compiuto nel periodo della sua vita giornalistica, in forma di sintesi concisa, che permette di dare uno sguardo rapido all'enorme lavoro che l'uomo ha compiuto nelle applicazioni elettriche nel volgere di pochi decenni.

Al nostro confratello che tanta importanza ha nel mondo tecnico e che può a buon diritto vantarsi della sua lunga vita operosa, noi inviamo le nostre più vive congratulazioni.

:: NOTE ECONOMICHE E FINANZIARIE ::

Rassegna delle Società Elettriche.

Bilanci e dividendi.

Società Mineraria ed elettrica del Valdarno sede in Firenze — Cap. 100 000 000. E' stato approvato il Bilancio che chiude con una perdita di L. 1 667 301,80.

Si è approvata la relazione del Consiglio, che spiega come tale perdita sia dovuta a cause straordinarie sopravvenute durante l'esercizio.

Nella sua relazione, il Consiglio espone che l'andamento dei primi mesi del nuovo esercizio, a seguito dei provvedimenti presi dal nuovo amministratore delegato, avv. Alberto Gioannini, è assai soddisfacente.

In via straordinaria, l'Assemblea ha approvato la decadenza, già pronunciata dal Consiglio, di 500 000 azioni emesse nell'anno precedente e sulle quali gli azionisti non avevano versato l'ammontare richiesto dal Consiglio. Ha dichiarato quindi ridotto il capitale a L. 50 000 000, incamerando L. 6 388 417 versate dagli azionisti in conto dei decimi richiesti, riservando ad una nuova Assemblea di fare approvare l'applicazione di tale somma nei conti della Società.

Ha approvato inoltre la riduzione dei sindaci da 5 a 3.

Dinamo, Soc. It. per imprese elettriche — Milano — Capitale L. 25 000 000.

La relazione del Consiglio informa che anche l'esercizio chiuso al 30 giugno scorso si è svolto in non favorevoli circostanze.

Il bilancio si è chiuso con un utile netto di L. 1 694 405,34 che permette la ripartizione di un dividendo di L. 6 per ciascuna azione.

L'Assemblea ha inoltre deliberato di trasferire a Varzo la sede locale della Società e di portare a L. 30 000 000 il capitale sociale.

Soc. distribuzioni elettriche Zambellini — Porto Maurizio — Capitale L. 5 000 000.

L'esercizio si è chiuso al 30 giugno 1921 con un utile netto di L. 679 907, 27 in base al quale distribuisce un dividendo di L. 10 per ciascuna azione.

Per predisporre la fusione con altri importanti centri di distribuzione di energia, l'Assemblea ha stabilito di portare a L. 8 000 000 il capitale sociale.

Soc. Elettrica del Pellino — Borgomanero — Capitale Lire 1 000 000.

Le risultanze dell'esercizio chiuso al 30 giugno 1921 sono piuttosto soddisfacenti.

L'utile netto è stato infatti di L. 133 030,06 che consente l'assegno di un dividendo di L. 3 per ciascuna azione.

Imprese Elettriche Val di Lima — Lucca — Capitale Lire 500 000 ridotto a L. 200 000.

Nell'esercizio chiuso al 31 dicembre 1920 ha avuto un utile netto di L. 39 478,54 che ha permesso di distribuire un dividendo di L. 6 per azione.

L'*A. E. G.* di Berlino porta il capitale a mk 1 100 milioni emettendo 250 milioni di mk di nuove azioni. Per l'esercizio 1920-21 ripartisce un dividendo del 16% (14% iel 1919-20).

Aumenti e diminuzioni di capitale.

Idroelettrica Veneta — Venezia — In assemblea straordinaria, è stato approvato l'aumento del capitale da L. 5 000 000 a L. 50 000 000 mediante emissione di 180 000 nuove azioni da Lire 250 ognuna.

Idroelettrica dell'Ossola — Milano — In assemblea straordinaria è stato approvato l'aumento del capitale da L. 630 000 a L. 2 000 000, mediante emissione di 13 700 nuove azioni da Lire 100 ognuna.

Società Elettrica Barese — Bari — Capitale Sociale di Lire 3 000 000 è stato ridotto a L. 1 200 000 mediante rimborso e resta diviso in trentamila azioni del valore nominale di L. 40 ciascuna. Saranno consegnate ai possessori, per ogni cinque azioni dell'Elettrica Barese, tre azioni completamente liberate della Società « Forza e Luce » (F. E. L. B.) del valore nominale di L. 100 ciascuna.

La *Soc. An. « Luce e Forza »* di Parabiago — Cap. L. 324 000 ha deliberato di aumentare il capitale a L. 1 000 000 mediante emissione di N. 3380 nuove azioni di L. 200 da collocarsi a cura del Consiglio, di modificare il taglio delle attuali 540 azioni da L. 600 a L. 200, mediante emissione di 1620 azioni da L. 200, da sostituirsi in ragione di tre per ognuna delle azioni attuali che saranno ritirate e distrutte, e di elevare da 7 a 8 il numero dei componenti il Consiglio di Amministrazione.

La Società An. Elettrica Moltrasina di Moltrasio — Capitale L. 100 000 — aumenta il capitale di L. 125 000.

Costituzioni.

Consorzio Impianti Trazione Elettrica — Torino — Capitale 1 000 000 - versato 300 000.

Si è costituita in Torino colla partecipazione della Società « Fiat », della Società Officine di Savigliano e della Società Idroelettrica Piemonte questo Consorzio avente lo scopo di assumere lavori di elettrificazione di linee sia ferroviarie che tramviarie.

La sua sede provvisoria è in via Arsenale 21.

Il primo Consiglio d'amministrazione è così costituito: grand'Uff. Giovanni Agnelli, presidente; ing. comm. Felice Guidetti-Serra, vice-presidente; cav. ing. Guido Sormanni e prof. ing. Giangiacomo Ponti, amministratori; ing. Giuseppe De Benedetti, amministratore delegato; cav. Enrico De Salles, ingegnere cav. Cartasegna Massimo, rag. Aroldo Bossi, sindaci.

Società Anonima Impresa Elettrica Pollentina S. A. I. E. P. — Milano — A rogito notaio Maga, si è costituita la « Società Anonima Impresa Elettrica Pollentina », con sede legale a Milano e direzione a Macerata.

Il capitale è di L. 300 000 in 3000 azioni da L. 100 cadauna.

Idroelettrica Cuneo-Fossanese — Cuneo — Cap. L. 300 000. Si è costituita questa Anonima per la produzione e distribuzione di energia elettrica.

Soc. An. Idroelettrica del Porara di Perticano di Sassoferrato. — Cap. 100 000. Si è costituita questa Anonima per la distribuzione di energia elettrica per illuminazione e forza motrice.

Varie.

La *Società An. Nazionale per la elettrificazione delle ferrovie del Mezzogiorno di Roma* — Si è posta in liquidazione di fronte alla impossibilità di iniziare la propria attività di rapporti colla Amministrazione ferroviaria dello Stato per la Elettrificazione del Mezzogiorno d'Italia.

A liquidatore è stato nominato l'avv. Levi.

La *Società An. Industrie Elettriche Val d'Orba* di Ovada ha deliberato fondersi colla Società An. di elettricità del gas di Novi Ligure col Cap. di L. 2 500 000, mediante assorbimento della prima Società da parte della seconda aumentando quest'ultima il capitale da L. 2 500 000 a L. 5 000 000.

Società Forze Idroelettrice Meridionali — Cap. L. 1 000 000 — Roma — Prossimamente avrà luogo l'Assemblea ordinaria e straordinaria di seconda convocazione per l'approvazione del bilancio e per deliberare il trasloco della sede a Napoli in seguito agli accordi con la Società Meridionale di Elettricità alla quale passano le azioni della S. F. I. M. Il Consiglio di Amministrazione si presenta dimissionario.

RASSEGNA ECONOMICA.

*Riassumiamo qui ampiamente la rassegna che l'Ing. Civita pubblica nell'*Impresa Elettrica *del dicembre.*

Il bilancio dello Stato è certo ancora in gravi condizioni, ma non così come i peggiori pessimisti tengono a dichiarare.

Le dichiarazioni fatte in proposito dal De Nava sono invece confortanti sia per il maggiore gettito delle imposte sia per le minori spese conseguenti ad economie apportate, e forse per il 1921-1922 finirà con assai meno dei sei miliardi di disavanzo temuti da alcuni.

Ai primi di dicembre del resto l'On. De Nava farà la sua esposizione alla Camera, ma già fin da ora le indiscrezioni ufficiose ci apprendono come le imposte dirette sui redditi hanno dato, a tutto ottobre, 1 miliardo 575 milioni, in confronto di 1 miliardo 57 milioni nello stesso periodo dello scorso anno, con un aumento quindi di 518 milioni. Il monopolio industriale (tabacchi e sale) ha reso 988 milioni in confronto di 846 milioni dello stesso anno, con un aumento di 142 milioni. I monopoli commerciali hanno dato 235 milioni in confronto di 108 milioni dello scorso anno, con un aumento di 127 milioni. Le dogane, le imposte di fabbricazione e il vino hanno dato 475 milioni in confronto di 518 milioni dello scorso anno con una diminuzione di 93 milioni complessivi; hanno influito a diminuire il gettito delle imposte di fabbricazione i

provvedimenti sullo zucchero per 33 milioni, mentre un nuovo sistema di riscossione dell'imposta sul vino ha ridotto l'entrata di 137 milioni; viceversa le dogane hanno dato un aumento di 77 milioni in seguito all'aumento delle tariffe; cosicchè la complessiva differenza in meno di questo gruppo di cespiti si riduce appunto ai 93 milioni sopra indicati. Le tasse di bollo hanno dato 465 milioni in confronto di 327 milioni dello scorso anno, con un aumento di 138 milioni. Le tasse di registro e successione hanno reso 247 milioni in confronto di 225 dello scorso anno, con un aumento di 22 milioni. Il lotto ha dato 54 milioni in confronto di 44 milioni dello scorso anno, con un aumento di 10 milioni.

Non è certo in noi la pretenzione di voler dire come si potrebbe raggiungere il pareggio, ma ci sembra che alcuni cespiti di imposte non siano stati considerati adeguatamente.

Nella questione della tassabilità e tassazione dei redditi agrari sta in fondo tutto il nocciolo del futuro stabile assestamento del bilancio, giacchè è innegabile che sul valore attuale dei prodotti agricoli che servono alla alimentazione ed alla vita di 40 000 000 di abitanti, valore che è da sei a sette volte maggiore del prebellico, l'erario non prende che una piccola percentuale di tassa, ed i guadagni restano in gran parte nelle tasche dei produttori, mentre per l'industria avviene l'opposto.

Sulla nominatività dei titoli, l'incertezza attuale è perniciosa perchè aumenta un cattivo gioco di borsa.

Di fronte ad ipotetici guadagni futuri in tema di successioni e ad un risanamento morale degli ambienti delle Società anonime, vi sarebbe di certo per l'erario la perdita dell'imposta del 15% sui dividendi dei titoli industriali al portatore.

Molti sono in paese che pensano come sarebbe opportuno, e per tutti i versi, portare al 20% l'imposta, ma estenderla anche a tutti i titoli statali per eliminare una dannosa concorrenza di questi ai danni degli altri investimenti. L'erario guadagnerebbe delle altre centinaia di milioni e si metterebbe a dormire uno di quei provvedimenti presi per la piazza che farebbero assai più male che bene se fossero sul serio attuati.

Si ritorna ora a parlare della riforma tributaria Meda e si studiano tutti i mezzi per colmare il deficit del bilancio. Si discute ampiamente se in presenza della crisi industriale convenga di più la politica della lesina o quella della finanza allegra. La prima tende a restringere la circolazione, la seconda ad allargarla. La discussione fra queste due politiche non è solo per l'Italia ma anche per le altre Nazioni. L'economia di tutti è così sconvolta (anche nei paesi a moneta sopravalutata) che ogni teoria può apparire buona o cattiva e trova accaniti difensori o detrattori.

Mette conto di riferire un progetto ventilato in Francia per cercare di ridurre il *déficit* del bilancio e per dare dell'ossigeno alle industrie.

Il Governo francese ha collocato in Páese per 72 miliardi di franchi, i così detti buoni del 4½% per anno, e cioè un onere per l'erario di 8 miliardi 240 milioni di lire. Nelle sfere ufficiali v'è la tendenza a consolidare anche questo debito, che è a scadenza relativamente breve.

E' stata fatta invece la proposta di rimborsare puramente e semplicemente questi buoni, alla loro scadenza, con biglietti di banca. Con ciò si sgrava di 3 miliardi e mezzo all'anno il bilancio dello Stato, e si ritornano enormi capitali alle industrie ed ai commerci, perchè questo denaro, ora morto per le iniziative e le energie francesi, dovrebbe pur «lavorare», dovrebbe «produrre» e si metterebbe in cerca di un impiego rimuneratore in Francia o nelle Colonie. Si osserva che, così, la circolazione di fatto non aumenta, non si tratta di una emissione «nuova» perchè anche ora i 72 miliardi contano tra la carta fiduciaria, non si fa che mutar loro di forma. Ed agli effetti «psicologici» del cambio il mutamento dovrebbe essere favorevole, perchè migliora la situazione finanziaria dello Stato.

In Italia, i buoni del Tesoro ammontavano al 30 giugno 1921 a circa 36 miliardi 740 milioni di lire.

L'emissione di altrettanta somma di biglietti, a mano a mano che i buoni giungono a scadenza, non aumenterebbe la circolazione effettiva, in quanto i biglietti si sostituirebbero ai buoni: ma darebbe al Paese nuove disponibilità di medio circolante che dovrebbe pur cercare investimento.

Il bilancio dello Stato ne avrebbe, al tempo stesso, notevole sollievo: i buoni del Tesoro, costano all'erario 1 miliardo ed 800 milioni di lire all'anno.

Se, normalmente, è più conveniente l'emissione di buoni del Tesoro, che quella dei biglietti — oggi in condizioni tanto anormali, non è più così. Si sono raggiunti limiti ormai insuperabili nelle «immobilizzazioni» in titoli di Stato, nè è possibile accrescere ulteriormente l'enorme onere degli interessi del debito pubblico.

E' poi imperiosa ed urgente necessità ridare nuovo alimento all'agricoltura, all'industria, ai commerci: richiamare il capitale ad investimenti fecondi.

E' certo che ogni provvedimento che spinga il capitale ad investirsi negli impieghi industriali non trovando più buon impiego in titoli di Stato, che non spaventi il capitale stesso, e che porti ad una economia nel bilancio, non potrebbe fare che del bene. Dal punto di vista della copertura è perfettamente lo stesso avere in circolazione cambiali a tre o cinque anni o biglietti a corso forzoso.

La garanzia di essi ormai non risiede più che nella potenzialità produttiva del paese e questa aumenterebbe di certo con l'aumentare notevolmente la circolazione cartacea che consentirebbe la costruzione di nuovi impianti e darebbe la necessaria elasticità all'industria ed ai commerci.

Noi crediamo che in un modo o nell'altro e specialmente se si potranno fare notevoli economie nelle spese statali, ridando all'industria privata tutte le aziende industriali di Stato, al pareggio del bilancio si giungerà in breve.

Ciò che importa è di finire di deprezzare l'industria e gli industriali; ciò che importa è di mettere in valore tutte le energie del paese, di meglio sfruttarle, di eliminare le perdite di rendimento, e di contrarre le spese, perequare le imposte ed annullare quella disarmonia nei parametri economici, cioè quelle differenti valutazioni della nostra unità monetaria che sono la causa vera e prima della crisi che attraversiamo.

*

Il bilancio dello Stato potrà trovare abbastanza rapidamente le sue condizioni di pareggio con una buona politica fiscale, ma ciò a nulla servirà negli effetti del cambio e delle relazioni commerciali ed economiche internazionali se non si pareggerà la bilancia commerciale.

Qui si va di male in peggio.

Occorre esportare assai di più, importare assai di meno, cercare di restringere i consumi, onde non si sia costretti a comprare valute estere.

Il rincaro del costo della vita, è una conseguenza ineluttabile della scarsità dell'offerta dei prodotti alimentari e merci rispetto alla domanda. Se il mercato non assorbisse, avremmo crisi di prezzi, non rialzo.

Questo, unito alle diminuzioni delle esportazioni ed all'aumento delle importazioni, rivela che il consumo interno è di molto aumentato. Il rimedio non sappiamo vedere nei soliti interventi legislativi. Occorre che i prezzi crescano ancora molto senza che aumenti la capacità di acquisto delle masse, onde si contragga una buona volta il consumo interno e si riapra la convenienza delle esportazioni. Sino a che la popolazione potrà comprare a prezzi alti, nessuno avrà convenienza ad esportare e le nostre condizioni andranno sempre peggiorando. Ecco perchè noi predichiamo da un pezzo che la nostra azione per la riduzione dei salari e per la cessazione delle corresponsioni del caro-vita, non deve essere intesa come una offensiva padronale, ma come l'estrinsecazione di un sistema di difesa delle nostre economie, della nostra vita stessa, che nessuna chiacchiera demagogica potrà far deviare dal corso fatale nella quale è stata incamminata dalla sconsigliata politica socialista, e dalla debolezza del Governo.

Tutti sono concordi nell'augurare ai lavoratori un miglior tenore di vita e ad accordare loro una maggiore capacità di acquisto, ma sempre che corrisponda a questi vantaggi un maggior rendimento di lavoro in modo da non alterare quell'equilibrio fra resa del lavoro e compenso del lavoro che è il coefficiente fondamentale su cui poggia l'economia sociale.

L'Italia finora ha seguito una via sbagliata in tutta la sua organizzazione del lavoro poichè il basso costo della mano d'opera ha fatto preferire la macchina uomo a qualunque altra, e quindi ha fatto trascurare di prendere in considerazione il più largo uso delle macchine o delle sistemazioni meccaniche.

Oggi che si è giunti ad un profondo capovolgimento dei valori economici, il valore umano essendosi notevolmente elevato, deve migliorarsene rapidamente la qualità e la resa. L'uomo in altri termini deve divenire un guidatore, un conduttore di macchine e non più una macchina esso stesso. Con ciò potrà aspirare a guadagnare di più in senso assoluto, mentre la sua opera costerà sempre meno all'azienda, ed il suo livello morale e materiale se ne avvantaggerà.

Ma questa evoluzione non può compiersi in un giorno.

La crisi sociale continuerà quindi un tempo più o meno lungo, e non si risolverà se non quando saranno approntati quei mezzi tecnici in ogni lavorazione, sia agricola che industriale, che consentano la vera elevazione del tenore di vita dell'operaio con una riduzione effettiva specifica del costo della mano d'opera nel prodotto finito.

Per il momento quindi occorre che le classi lavoratrici facciano un sacrificio o contribuiscano a tale riduzione specifica con una riduzione assoluta delle loro paghe. Collaborino poi con i tecnici per realizzare la vera sopravalutazione del lavoro umano.

In Italia esistono ancora milioni di ettari di terreno a coltura estensiva i quali frutteranno forse molto ai loro proprietari latifondisti, ma che dal lato dell'interesse collettivo nazionale sono da considerarsi passivi.

Ogni sforzo dovrebbe quindi farsi per trasformare la coltura estensiva, nella intensiva, ciò che è l'unico modo di risolvere la

questione sociale, di occupare moltissima gente, e di provvedere al pareggio della bilancia commerciale. Si dice che in Italia non vi siano terre incolte e che dappertutto le terre sono coltivate nel miglior modo in relazione alle loro condizioni.

Ma sono appunto queste condizioni che si tratta di modificare.

E ciò si otterrà soltanto industrializzando l'agricoltura, specialmente avvalendosi dell'elettricità.

Si abolisca il latifondo, si regimino le acque per le irrigazioni, si tolga la malaria, e la terra d'Italia renderà tutto quello che può rendere, e la miseria esulerà dal nostro paese, e il lavoratore non dovrà più andare ad arricchire i proprietari degli altri paesi col suo lavoro.

Questo è ciò che si deve fare, ma con la piena convinzione delle masse e con la più cordiale collaborazione fra tecnici e lavoratori.

Che queste nostre affermazioni non siano campate in aria lo dimostrano le seguenti cifre attinte a fonte ufficiale.

La importazione dei cereali nel quinquennio 1909-13 oscillò fra i 13 e i 15 milioni, e fu in media di quintali 15 milioni e mezzo in cifra tonda. Parte di essa era poi esportata, sotto forma di paste alimentari e di farina.

Nel biennio scorso, invece, è stata per il solo frumento di quintali 21 milioni e oltre 780 mila nel 1920 e di quintali 26 milioni e oltre 432 mila nel 1919.

Questa enorme differenza di importazione non fu determinata, si badi, da scarsa produzione, ma da consumo aumentato, e spesso anche dallo sperpero che si fece, impiegando il frumento nella alimentazione degli animali domestici, invece degli altri prodotti, che, in regime di prezzo politico d'infausta memoria, erano più costosi.

Parallelamente all'importazione dei cereali è cresciuta quella degli animali, e specialmente della carne e degli altri prodotti di origine animale. Nel 1913 il valore degli animali vivi e quello della carne fresca e conservata, del latte condensato, del burro, dei formaggi, fu di 51 milioni e mezzo di lire, mentre quello degli stessi prodotti esportati fu di 185 milioni, con una eccedenza di 134 milioni.

Nel 1919, al contrario, importammo per 2 miliardi e 919 milioni, ed esportammo per poco più di 53 milioni di lire con uno sbilancio di 2 miliardi e 816 milioni!

Nel 1920 le condizioni sono alquanto migliorate: mentre l'importazione è stata di circa 741 milioni, l'esportazione si è elevata ad oltre 84 milioni di lire. Ma quando saranno applicati i valori doganali formulati per il 1920, lo sbilancio crescerà certamente e non di poco.

L'aumentata importazione dei prodotti alimentari non avrebbe avuto gravissime conseguenze, se l'esportazione dei prodotti del nostro suolo fosse cresciuta in proporzione, o almeno se fosse rimasta qual'era prima della guerra. Invece, ad una importazione cresciuta si contrappone una esportazione ridotta.

✶

I prodotti che in passato assicuravano, con l'esportazione, una entrata notevole all'Italia, erano il vino, l'olio d'oliva, le frutta fresche e in conserva, gli ortaggi, la canapa ecc. Di vino comune noi esportavamo intorno a 2 milioni di ettolitri. Nel biennio scorso l'esportazione è scesa a poco più di mezzo milione. Solo nel 1918 essa fu di ettolitri 2 026 000 che vennero assorbiti in gran parte dalla Francia, la quale ne aveva allora bisogno per l'esercito.

L'olio d'oliva, benchè fosse prodotto in quantità insufficiente ai bisogni del consumo interno, e la sua produzione venisse integrata con olio di semi, importato pur esso, nel periodo prebellico dava luogo ad una importante esportazione delle qualità più fini, che occupavano un posto ragguardevole, sui mercati dell'America principalmente. Si esportavano inoltre intorno a 250 000 quintali di olii minerali e 100 mila di olii per usi industriali. Ora l'esportazione si riduce a ben poca cosa: al solo olio lavato ed al solfuro, mentre l'esportazione di quello commestibile fin qui è stata vietata. Ma anche quando si è consentito fosse esportato un modesto quantitativo, non si è riusciti più a trovare compratori sufficienti per il contingente assegnato, a causa dei prezzi.

Le frutta fresche e secche non si sono sottratte al fenomeno accennato.

Per gli agrumi, l'esportazione, che era di 4 milioni di quintali di frutta, si è ridotta a metà, a 2 milioni e 232 quintali. Fortunatamente è diminuita di poco l'esportazione dei derivati, per esempio del citrato di calcio, ed è aumentata quella delle essenze.

Per le frutta fresche e secche, la esportazione, che era di oltre 2 milioni di quintali è discesa a 875 mila quintali nell'ultimo biennio.

Così pure è avvenuto per i legumi freschi e gli ortaggi freschi e conservati: l'esportazione si è contratta da 1 milione e 450 mila quintali ad 830 mila.

Sommando così, le cifre indicanti il peso di venti categorie di prodotti agrari esportati in un anno, prima della guerra, e dopo, abbiamo che il totale nel primo caso era di quintali 31 milioni e 518 mila; nel secondo è scesa a quintali 17 e 228 mila. Il che vuol dire che la nostra esportazione è ridotta a poco più della metà! E siccome i prezzi aumentano vuol dire che l'assorbimento del paese è eccessivo.

✶

Che le masse comincino ad avere una più esatta visione della realtà, è innegabile.

Il solo fatto però che si debbano ancora deplorare scioperi inconsulti, specialmente nei pubblici servizi, è una riprova che questo risvegliarsi delle coscienze è assai lento.

Molto importanti sono le discussioni che si vanno tenendo sul fenomeno del cooperativismo.

Per quanto si voglia fare apparire la forma cooperativa come una innovazione rispetto alla forma anonima, e capace di risolvere la secolare lotta fra capitale e lavoro, occorre andare molto guardinghi per non fare un salto indietro.

Le forme associate cooperative sono assai più antiche della forma anonima che ha indubbiamente segnato un progresso rispetto ad esse.

Ma a fianco dell'una può perfettamente convivere l'altra quando resti nella sua vera funzione ed entro i limiti della sua agibilità.

Se questo non si vuol capire, si va incontro ai più gravi disastri morali e materiali a tutto danno delle classi lavoratrici.

Le cooperative possono essere delle ottime collaboratrici delle forme anonime capitalistiche, ma esse non potranno mai pretendere di giungere dove soltanto l'associazione privata di capitale può giungere. Pretendere ciò, significa voler tornare indietro di secoli, quando le grandi opere venivano fatte dal *Principe* (se e quando lo faceva) e cioè dallo Stato, e tutta l'attività economica del paese si costringeva stentatamente nell'ambito delle corporazioni di mestiere. Quando si è inventata la forma anonima si sono potuti realizzare i più mirabili progressi.

Col denaro di tutti si sono compiute le più grandi imprese e si è dato vita alla vera industria e al vero commercio, cioè si sono attivati gli scambi varcando le frontiere e si sono stabilite le grandiose relazioni internazionali.

Può concepirsi ciò con le cooperative? Dove e come potrebbero raccogliersi, ad esempio, le centinaia di milioni occorrenti a creare un grande impianto idroelettrico che viceversa può dare lavoro solo a poche diecine di operai?

Dicono i cooperatori che in tal caso i denari deve darli lo Stato! Ma i denari dello Stato non sono i denari di tutti?

E perchè ricorrere a queste forme di investimenti obbligatori, per la loro natura stessa statale assai poco rimunerativi, quando è possibile il concorso volontario di chi ha fiducia nella capacità tecnica dell'organizzazione cui affida i suoi risparmi e che ha facoltà di mandare a spasso non appena cada la sua fiducia?

Il Ministro Beneduce nell'insediare il nuovo Consiglio di Amministrazione dell'Istituto Nazionale di Credito per la cooperazione ha pronunciato un saggio discorso nel quale in fondo conferma come le cose non siano andate bene perchè si è degenerato dal campo economico in quello politico.

✶

Il controllo sull'industria ha fatto ritorno dalla finestra sotto forma di una inchiesta sull'industria! Giustamente ha osservato la Confederazione Generale dell'Industria che questa inchiesta è perfettamente inutile dal momento che esiste un Ministero dell'Industria e Commercio il cui principale compito è quello di tenersi al corrente dello svolgimento dell'una e dell'altro, e Commissioni superiori aventi lo stesso scopo, e dal momento che infinite pubblicazioni e studi eseguiti nei più opposti campi di osservazione hanno oramai sviscerato l'argomento.

Da questa inchiesta, se fatta coscienziosamente, dovrebbe emergere un dato molto interessante, e cioè la proporzione prebellica ed attuale dell'importo dei salari sul capitale immobilizzato nelle industrie e sui dividendi distribuiti.

Da una importante analoga inchiesta testè condotta in Germania sono noti i risultati di 152 imprese industriali occupanti 1 350 000 dipendenti, ed è emerso che nei 10 anni del 1908 al 1917, su 100 marchi di utili lordi, 76,70 erano stati dati agli operai come salari, 11,7 allo Stato e 11,6 agli azionisti. In questi ultimi anni invece è stato dato agli operai l'84,90%, allo Stato l'11,7 ed agli azionisti solo il 3,4%. Se questa ultima quota fosse stata distribuita invece agli operai, essa avrebbe fatto aumentare le loro paghe del 2 per cento.

In Italia crediamo che tale statistica porterebbe a risultati anche più sensazionali che credo contribuirebbero a far svanire le follie comuniste, e da questo punto di vista potremmo anche trovare utile l'inchiesta.

In Liguria è scoppiato uno sciopero generale (tanto per cambiare) di solidarietà per i metallurgici.

Nella Venezia Giulia idem.

I ferrovieri si agitano, o per meglio dire si agitano gli elementi comunisti, i quali non possono darsi pace di dover riconoscere il fallimento di tutta la loro politica e sperano sempre nella rivoluzione......

Se il Governo dimostrasse da per tutto un po' di coraggio, le aziende elettriche si manterrebbero facilmente in condizioni di agire anche quando la maggioranza degli operai venisse meno ai loro precisi doveri ed alle pattuizioni contrattuali.

Nella relazione dell'Assemblea degli E. I., il Consiglio Direttivo ha ben messo in evidenza il punto fondamentale dei rapporti con le maestranze.

Le Imprese elettriche hanno accettato l'ibrido patto di S. E. Labriola, solo perchè con esso ritenevano di poter garantire il servizio per il pubblico. La F. I. D. A. E. ha invece costantemente contravvenuto al principale dei suoi impegni, perchè i dirigenti non hanno mantenuto il controllo dei tesserati.

Le Imprese avrebbero potuto denunciare il concordato. Pure, nell'Assemblea è prevalso il concetto di dare ancora modo al peccatore di ravvedersi e si è addivenuto alla nomina dei membri delle Commissioni Paritarie.

Dice la F. I. D. A. E. che possiede una inchiesta che può polverizzare tutti gli argomenti delle Imprese... fuori questa inchiesta!

E confuti ad una ad una le precise accuse di violazione dell'art. 44 in tema di scioperi, dimostri che le sue sezioni hanno sempre ottemperato all'art. 44, e che essa le abbia ricondotte all'osservanza del concordato sconfessando il loro operato e non facendone invece l'apologia.

★

Sull'andamento delle nostre borse nel bimestre Ottobre-Novembre non vi è molto da dire. Per tutto l'ottobre ha predominato l'ottimismo. I titoli speculativi si sono volti al rialzo, dicesi dovuto al deprezzamento della moneta e per un po' di giorni si è avuta anche una tendenza dei risparmiatori a seguire la corrente determinata dagli operatori.

In fondo il pubblico è impressionato da ciò che avviene all'estero e specialmente in Germania ed Austria dove i rialzi assumono proporzioni impressionanti dovuti al crollo delle valute.

In Germania si sono avuti dei veri crolli nel corso del marco. Il mondo intero ne ricerca le cause e ne studia i probabili effetti.

C'è chi li attribuisce a pura speculazione, c'è chi vede lo zampino del governo. E' impossibile registrare tutte le opinioni. Il fatto è che tale *débacle* si deve essere verificata per l'eccessiva offerta di marchi nel mondo intiero da parte di coloro che li avevano acquistati fidenti in un rapido risollevamento della Germania. Ma che da tale *débacle* il governo e il Reich possano trarne un vantaggioso avvenire è ciò che dubitiamo. Il fatto è che il vino diluito con molta acqua è sempre vino annacquato, ed il riconcentrarlo non è una semplice operazione di alchimia. Noi non vorremmo che l'Italia si mettesse sulla stessa china. I precipizi dei cambi non hanno in fondo giovato che agli speculatori, ma si sono sempre convertiti in un danno per gli industriali ed i commercianti.

E peggior effetto hanno le fluttuazioni violente. Per un paese come il nostro, costretto ad acquistare le principali materie prime, una forte variazione di cambi può causare perdite tali da assorbire di colpo tutto l'utile industriale di una annata. Ciò non è fatto per dare calma all'industria.

Verso la fine di ottobre, all'ottimismo delle nostre Borse è seguita la reazione con realizzi e ribassi ai quali non è stato estraneo il discorso Giolitti nel quale molti hanno voluto vedere l'annunzio di una prossima crisi ministeriale.

Le comunicazioni del Ministro del Tesoro De Nava, hanno rasserenato di poi un po' l'ambiente. Ma successivamente la dichiarazione del Soleri sulla questione della nominatività dei titoli hanno fatto di nuovo agitare le Borse, nè certo le notizie sulla situazione dell'Ansaldo hanno fatto del bene.

La chiarificazione delle posizioni dell'Ilva e dell'Ansaldo si presenta del resto come un bene per il paese. Quando si sarà epurato quanto di men buono esiste in questi poderosi organismi, e si sarà sottratta l'industria alla speculazione, si sarà fatto, sia pure a costo di qualche sacrificio, un gran passo verso la ricostituzione dell'industria italiana.

Il Comm. Stringher studia con tutto il fervore possibile le soluzioni in modo da rendere minime le scosse, e noi gli auguriamo di cuore di riuscire.

L'estero è sensibile alle discussioni di Washington, mentre da noi domina il più grande scetticismo sui risultati di quest'altra conferenza che al pari delle precedenti è fatta per aggiustare gli interessi delle grandi potenze a spese ed a detrimento della cenerentola Italia. Sembra invece che abbia dato buoni risultati la conferenza di Porto Rose fra gli Stati eredi dell'ex Monarchia Austro Ungarica, che hanno potuto stabilire convenzioni di reciproco vantaggio per i differenti loro rapporti.

Il denaro in generale abbonda.

In Isvizzera i risparmiatori si rivolgono di preferenza a titoli di Stato, e il tasso privato quota il 2 per cento meno di quello ufficiale.

In America la Riserva Federal Bank ha ridotto dal maggio ad oggi il tasso dal 7 al 5 per cento.

Il solito specchietto dei valori e dei cambi ci dispensa da ulteriori commenti.

CORSO MEDIO DEI TITOLI ELETTRICI NEL MESE DI OTTOBRE 1921

	Valore nomin.	Compenso sett. 1921	1ª decade	2ª decade	3ª decade	Compenso ott. 1921
Edison	300	440	433	440	438	440
Conti	250	300	316	315	320	330
Vizzola	500	728	744	758	756	756
Bresciana	100	96	89	96	95	92
Adamello	200	216	197	219	219	216
Trezzo d'Adda	250	280	250	250	250	250
Un. Es. El.	50	62	60	61	62	62
Elettr. Alta Italia	250	274	286	286	286	300
Cenischia	100	60	50	60	60	60
Idr. Piem. S. I. P.	125	119	126	126	128	126
Off. El. Genovesi	250	228	231	236	234	233
Adriatica	100	106	106	109	105	106
Negri	200	144	140	140	140	140
Ligure Toscana	200	200	200	200	206	206
Anglo Romana	500	410	434	434	445	449
Gen. Elettr. Sicilia	100	80	80	80	80	86

Numeri indici	*1921*	*1920*
Gennaio	101,43	(141,4)
Febbraio	103,70	(146,-)
Marzo	100,90	(147,3)
Aprile	105,70	(147,2)
Maggio	103,60	(140,-)
Giugno	98,40	(135,40)
Luglio	98,—	(120,30)
Agosto	100,43	(123,80)
Settembre	102,83	(117,73)
Ottobre	105,66	(100,73)
Novembre	103,16	(104,64)

	Valore nomin.	Compenso sett. 1921	1ª decade	2ª decade	3ª decade	Compenso ott. 1921
Rendita 3 ½ %	100	70,50	70,65	71	71,10	71
Consolidato 5 %	100	75,50	75,15	75,85	75,65	76

Media	1ª dec.	2ª dec.	3ª dec.	minimo	massimo
Cambio Parigi	180,74	180,52	185,47	178,99	189,60
» Londra	93,84	97,24	105,56	93,84	101,64
» Svizzera	443,25	471,—	459,75	438,12	487,—
» New York	25,02	25,35	25,31	24,86	26,24
» Oro	482,77	489,14	388,36	480,26	507,27

Numero indice 105,66.

CORSO MEDIO DEI TITOLI ELETTRICI NEL MESE DI NOVEMBRE 1921

	Valore nomin.	Compenso ott. 1921	1ª decade	2ª decade	3ª decade	Compenso nov. 1921
Edison	300	440	439	425	411	420
Conti	250	320	314	308	310	310
Vizzola	500	756	746	749	730	740
Bresciana	100	92	100	102	106	104
Adamello	200	216	220	218	220	210
Trezzo d'Adda	250	250	250	275	275	270
Un. Es. El.	50	62	62	63	63	62
Elettr. Alta Italia	250	300	206	290	285	285
Cenischia	100	60	60	50	60	60
Idr. Piem. S. I. P.	125	126	126	125	125	125
Offic. Elet. Genovesi	250	233	—	—	224	228
Adriatica	100	106	106	106	107	104
Negri	200	140	137	125	102	110
Ligure Toscana	200	206	202	205	205	200
Anglo Romana	500	449	438	446	435	532
Gen. Elettr. Sicilia	100	86	90	90	85	80
Rendita 3 1/2 %		72	71,75	71,90	72	
Consolidato 5 %		77,05	76,75	76,70	77	

Media	1ª dec.	2ª dec.	3ª dec.	minimo	massimo
Cambio Parigi	174,02	174,42	171,33	170,37	182,15
» Londra	91,85	93,36	99,04	91,85	99,04
» Svizzera	443,82	453,91	471,25	443,02	471,25
» New York	23,49	24,02	24,81	23,49	24,90
» Oro	453,24	463,47	478,21	452,24	480,45

Numero indice 103,16.

BIBLIOTECA CENTRALE.

Nella raccolta della Biblioteca Centrale mancano i seguenti fascicoli di riviste:

" Proceedings of the American Institute of Electrical Engineers ":

Anno 1917: Manca il N. 2.
» 1914: » » » 4.
» 1909: » » » 9.

" Revue Générale d'Electricité ":

Anno 1918: Tomo III. Mancano *tutti* i numeri della parte intitolata « Bulletin ».

Anno 1918: Tomo IV. Mancano i seguenti numeri della parte « Bulletin »: N. 4, 5, 7, 9, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22, 23 e 25.

" The Electrician ":

Anno 1918: Mancano i fascicoli dal N. 2068 al N. 2107, cioè 40 fascicoli.

La Biblioteca rivolge viva preghiera a quei Consoci che si trovassero nella possibilità di cedere o di offrire i Numeri stessi, di volerlo comunicare direttamente alla Presidenza della Sezione di Roma.

Associazione Elettrotecnica Italiana

Eretta in Ente morale il 3 Febbraio 1910

PREMIO JONA.

Comunicato.

Nella tornata del Consiglio Generale 17 Aprile 1921 fu approvato il regolamento per il premio che il compianto Jona volle fosse periodicamente conferito al miglior lavoro presentato all'Associazione.

L'Art. 5° di detto regolamento prescrive (V. l'*Elettrotecnica* N° 14, quest'anno, pag. 327).

« *Disposizione transitoria*

« La prima medaglia sarà conferita nell'Assemblea autunnale « del corrente anno 1921 prendendo in considerazione tutti i lavori « presentati all'Associazione nel biennio 1919 - 1920. Saranno esclu- « si i lavori il cui testo non fosse presentato alla Redazione del- « l'*Elettrotecnica* entro il 15 Giugno 1921. Per quest'anno, la no- « mina della giuria esaminatrice è deferita alla Presidenza Ge- « nerale. La Giuria dovrà essere nominata entro il Giugno, e con- « cludere i suoi lavori entro l'Agosto ».

A norma quindi di detto articolo, la Presidenza Generale designò a far parte della giuria esaminatrice, i Signori:
Ing. Del Buono; Ing. Cenzato; Prof. Rebora; Prof. Ferraris; Prof. Grassi.

I Commissari fecero pervenire alla Presidenza le loro deduzioni sulle quali fu redatta apposita Relazione che così conclude:

« Esaminati i lavori compresi su *L'Elettrotecnica* nel biennio « 1919 - 1920, ed aventi diritto al Concorso per il conseguimento del « premio Jona, come il più meritevole, è stato ad unanimità de- « signato quello del Prof. Luigi Lombardi, composto di cinque me- « morie aventi per titolo « Sovratensioni elettriche e sistemi di « protezione ».

« Per questa ragione la Commissione esaminatrice propone che « la medaglia sia conferita al Prof. Lombardi per il biennio 1919-20».

La relazione fu comunicata al Consiglio Generale nella Seduta del 16 Ottobre 1921, ed in essa fu approvato tale conferimento; a seguito di che nell'Assemblea Generale a Catania, il Presidente Generale diede partecipazione ufficiale al Prof. Lombardi del premio conseguito con parole di alto compiacimento.

★

COMMISSIONE PER IL LAVORO DELLE SEZIONI.
Verbale della Seduta del 15 Ottobre 1921.

Presenti: Ing. Del Buono - Presidente Generale; Ing. Cenzato - Vice Presidente Generale; Ing. Rebora - Vice Presidente Generale; Ing. Mortara - Segretario della Presidenza; Ing. Bordoni - Presidente Sezione Roma; Ing. Righi - Presidente Sezione Bologna; Ing. Melazzo - Presidente Sezione Napoli; Ing. Trossarelli - Presidente Sezione Palermo.

Si da lettura del Verbale della Seduta precedente (17-4-21) e quindi il Presidente Generale Ing. *Del Buono* domanda ai Presidenti delle Sezioni di essere informato sopra l'attuazione dei provvedimenti deliberati in tale seduta.

Soci informatori.

Melazzo - informa che a Napoli, nell'incertezza circa le mansioni di questi soci informatori, si è nominata una Commissione di 3 membri con funzione mista di propaganda ed informazioni.

Bordoni - riferisce che si è trovata difficoltà ad ottenere chi possa dare effettivamente informazioni interessanti e che non siano già note per pubblicazioni. Le notizie riservate non sono comunicate per ovvie ragioni di delicatezza.

Righi - parla in senso analogo.

Bordoni - Crede che forse si potrebbe rendere effettivo il funzionamneto di questi soci informatori determinando l'ambito in cui devono essere comprese le notizie.

Del Buono - E' difficile disciplinare esattamente questa funzione che ha di per se stessa carattere saltuario e sfugge quindi ad una limitazione precisa. Dovrebbe essere regolata secondo il criterio personale dei presidenti di Sezione.

Trossarelli - A Palermo hanno cominciato a funzionare come informatori alcuni soci residenti nei vari centri dell'Isola.

Rebora - E' molto difficile avere in precedenza notizie che rivestano importanza tecnica od economica, poichè queste in generale si tengono riservate fino a che le imprese o società non ritengano conveniente renderle di pubblica ragione.

Dopo altre osservazioni di Trossarelli e Righi, Del Buono crede di poter così riassumere il risultato della discussione: poichè il fine della istituzione dei Soci informatori è quello di fare partecipare attivamente le Sezioni alla vita tecnica del Paese e poichè in pratica si trova difficoltà ad ottenere lo scopo affidando tale incarico, forzatamente un po' vago, a determinati Soci, sembra più opportuno dare mandato ai singoli presidenti, di procurare che le questioni tecniche di una certa importanza siano seguite e trattate con diligenza presso la propria Sezione o formino oggetto di comunicazioni quanto più possibile sollecite da parte dei Soci qualificati a farlo per la loro posizione professionale.

Commissione di propaganda.

Il *Presidente* informa che mercè l'opera attivissima di propaganda dei Presidenti delle Sezioni di Torino, Palermo, Bologna, Genova, Roma, Livorno, Trieste, il numero dei Soci di queste Sezioni è notevolmente aumentato in questo ultimo anno e ne da vivissima lode ai relativi Presidenti.

Raccomanda quindi a tutti gli altri Presidenti di volere esercitare una azione attiva ed energia di propaganda, affinchè tutte le Sezioni presentino un così notevole aumento.

Bordoni - A Roma si è pensato di aggregare alla Commissione di Propaganda volta per volta qualche membro temporaneo scelto a seconda del campo dove s'intende svolgere la propaganda per l'adesione di nuovi Soci, e questo sistema ha dato buonissimo risultato.

Righi - Chiede si faccia una delimitazione delle zone d'influenza delle varie Sezioni, che per alcune è tutt'altro che ben definita.

Del Buono - Accedendo alla proposta dell'Ing. Righi, ritiene utile che si faccia una carta delle zone per stabilire la sfera di attività di ogni Sezione lasciando ben s'intende libertà ai singoli aderenti di iscriversi se lo preferiscono, a Sezioni di zona diversa di quella dove risiedono.

Soci studenti.

Righi - Chiede chiarimenti sui soci studenti che pagano una quota ridotta, ma che non ricevendo il giornale, non ritraggono praticamente vantaggio alcuno dal fatto di essere soci.

Bordoni - Ritiene si potrebbe dare agli studenti la facilitazione di far loro pagare unicamente la quota che la Sezione versa alla Sede Centrale inviando però la rivista. Seguono altre osservazioni.

Del Buono - Crede che sia opportuno di presentare la questione al Consiglio Generale per vedere quello che si potrà fare per questa categoria di soci.

Soci vitalizi.

Del Buono - Osserva che con le nuove quote assai elevate stabilite nell'ultima assemblea non è stato possibile fare nessun nuovo socio vitalizio, e domanda ai vari Presidenti di Sezione quello che è stato fatto presso le varie sezioni.

Rebora - Si è rivolto a molti Enti, ma ha trovato in genere difficoltà.

Bordoni - Crede che le difficoltà provengano più dal momento economico che dall'entità della quota.

Fanno altre osservazioni: Rebora, Cenzato e Righi, tutti confermando la difficoltà del momento e la necessità di intensificare l'opera di propaganda.

Del Buono - Sottoporremo al Consiglio Generale l'esito delle nostre discussioni, per opportune deliberazioni.

Soci morosi.

Del Buono - Chiede quale esito hanno avuto le disposizioni stabilite nell'ultima seduta della Commissione ed approvate dal Consiglio Generale.

Rebora - Informa che a Milano sono state applicate con buon risultato.

Righi e *Bordoni* informano dei risultati pure soddisfacenti avuti a Bologna e Roma.

Lavori delle Sezioni.

Del Buono prega che si dia il massimo impulso ai lavori delle Sezioni, procurando che siano fatte numerose comunicazioni delle quali le più interessanti, come già fu accennato altra volta, si dovrebbero ripetere presso varie Sezioni.

Righi - Osserva che si deve fare distinzione fra le Sezioni assai numerose e quelle che avendo pochi soci hanno pure pochi mezzi, quindi ritiene che dovrebbero essere le grandi Sezioni a fornire letture alle piccole.

Rebora - E' d'accordo su questa proposta pur facendo osservare la difficoltà di avere i conferenzieri. Crede che un'altra forma di attività utile sia quella di visite locali nelle città dove ha sede la sezione; anche impianti noti possono interessare specialmente i giovani soci che continuamente si vanno iscrivendo.

Del Buono - Raccomanda quindi ai Presidenti delle grandi Sezioni di tener informata la Presidenza Generale delle conferenze importanti che in esse si terranno, affinchè il Presidente Generale possa pregare i conferenzieri di ripetere le loro letture in Sezioni minori.

Il Presidente Generale raccomanda ai Presidenti delle varie Sezioni di intensificare la propria opera poichè è da questa che dipende essenzialmente la vita delle Sezioni e quindi dell'Associazione.

Si compiace della collaborazione più intima che con questa Commissione va facendosi fra la Presidenza e le Sezioni, e delle Sezioni fra di loro, e ringraziando i Colleghi, toglie la Seduta.

Il Segretario MORTARA — *Il Presidente Generale* DEL BUONO

Notizie delle Sezioni

SEZIONE DI LIVORNO

La mattina del 6 novembre la sezione si riunì nella sede sociale sotto la presidenza del Prof. Vallauri. Era la prima riunione che si teneva dopo le ferie estive ed il presidente dovette innanzi tutto invitare i colleghi a raccogliersi in un pensiero di omaggio e di rimpianto rivolto al consocio Ing. **Emanuele Rosselli**, rapito immaturamente da un male inesorabile agli affetti della famiglia e all'attività di cittadino e di tecnico. Il presidente ricordò le non comuni benemerenze del Rosselli non solo come ingegnere e come industriale, ma anche come civico amministratore e come militare della grande guerra. La sezione partecipò a suo tempo alle estreme onoranze rese al Suo illustre e rimpianto consocio ed il prof. Vallauri rinnovò ai congiunti e principalmente all'Ing. Rosselli, vicepresidente della Sezione, le condoglianze più vive.

Il presidente fece anche una breve commemorazione del prof. **Ascoli**, spentosi tragicamente a Roma nella scorsa estate ed esaltò i meriti che rendono illustre e cara a tutti gli elettrotecnici italiani la memoria dell'antico presidente generale, dell'acuto e profondo studioso, dell'uomo di cuore, pieno di nobiltà e di modestia.

Dopo le commemorazioni il presidente accennò brevemente alla riunione annuale tenutasi poche settimane prima in Sicilia ed alla quale la sezione era degnamente rappresentata. Ricordò l'opportunità di intensificare sul finire dell'anno la propaganda per l'iscrizione di nuovi soci, facendo presente come questi cominceranno a ricevere subito il periodico, mentre per le iscrizioni nel corso dell'anno non è possibile assicurare l'invio di tutti gli arretrati. Accennò infine alla propaganda per l'iscrizione a soci vitalizi, auspicando che la benemerita Presidenza Generale si occupi attivamente del successo di questa iniziativa, tanto necessaria per permettere all'A. E. I. di svolgere con più ampio respiro il suo vasto e importante programma.

Finite le comunicazioni della presidenza, il prof. Vallauri diede la parola al socio Colonnello Ing. G. Rabbeno, il quale con eloquio facile e suggestivo espose brillantemente la sua conferenza sulla relatività di cui riportiamo il seguente riassunto, inevitabilmente incompleto a cagione della ristrettezza dello spazio e della natura stessa dell'argomento.

La Relatività intesa da un profano.

Con questo suo nuovo tentativo di divulgazione l'A. tende a mostrare come almeno alcuni dei concetti fondamentali e dei processi di pensiero adottati dalla Teoria della Relatività siano meno astrusi di quanto spesso non si pensi; e che, pur riconoscendo la inseparabilità della parte più feconda e più profonda dalla sua veste matematica non volgarizzabile, pure si può avvicinarsi a qualcuno dei risultati che a prima vista sembrano ribelli alla logica tradizionale, anche con parole povere e con ragionamenti piani, ben inteso soltanto là dove questi conducono (per via più intelligibile, ma meno sicura) alle medesime conclusioni cui giungono i calcoli laboriosi, rigorosi e...., per la maggioranza, misteriosi.

Una arbitraria serie-tipo di fenomeni qualsiasi, od orologio, serve a graduare il *tempo*, che poi definisce il succedersi di tutte le altre serie. Quella misura del tempo convenzionale, come è notissimo, si può rappresentare con un diagramma, ove la scala di una coordinata lineare ha per unità una *velocità*, ossia il rapporto fra una lunghezza e un intervallo di tempo. In natura una sola velocità appare per esperienza una invariante assoluta, ed è quella della luce: $c = 300\,000$ km/sec. E' quindi logico scegliere questa come scala del grafico. Di più, volendo una sintesi compiuta dei fenomeni fisici, occorre un diagramma quadri-dimensionale: tre dimensioni saranno senz'altro reali, la 4ª potrà essere immaginaria nel senso fisico [1]. Quindi viene spontanea l'idea di indicarne la misura con: $i\,c\,t$ ($i = \sqrt{-1}$; t = tempo), che è la stessa espressione adottata dal **Minkowski** per tutt'altre considerazioni, e cioè per rendere simmetrica una certa formola. Ma con ciò le 4 coordinate divengono tutte lineari, quindi omogenee, quindi interscambiabili geometricamente, ossia formano *un continuo*, in cui ogni linea ci dà un punto e la sua storia.

Non esistendo a nostra scienza metodi di comunicazione dotati di velocità infinita, due corpi in moto relativo fra loro non possono trasmettersi segni di esistenza se si spostano con velocità $> c$, che è la massima finora conosciuta. Se l'uno rispetto all'altro si avvicina, precede le proprie radiazioni (e quelle giungenti dopo, provenendo da punti dove non c'è più nulla, sarebbero attribuite a causa falsa); se si allontana, è seguito dai propri raggi. Non è irrealizzabile una velocità superiore (p. es. mettendo testa contro testa due tubi generanti elettroni a 200 000 km/sec., che *per noi*, estranei, hanno una velocità relativa fra loro di 400 000); ma ne è impossibile la visione. Onde per noi in ogni caso la velocità reale c rispetto alla Terra ci appare infinita.

Sotto questa velocità, i corpi ci sembrano più corti nel senso del moto (contrazione reale secondo il Lorentz; apparente secondo l'Einstein); quindi ogni figura si deforma, varia i suoi rapporti intrinseci con la velocità di spostamento. Uno spazio vuoto, caratterizzato dal Nulla, è inconcepibile per la mente umana, ma deve essere riempito almeno di enti geometrici; e poichè questi mutano l'aspetto (cioè la loro realtà per noi) con lo spostamento, dobbiamo dire che la forma dello spazio è relativa. Analogamente la *contemporaneità* di due eventi, definita dall'incontrarsi delle loro luci nel punto medio della loro congiungente, è funzione del moto relativo dell'osservatore, e non si può stabilire che per convenzione, rispetto a un sistema di riferimento arbitrariamente scelto, non conoscendosi sistema di riferimento assoluto o privilegiato (anzi nella T. d. R. la sua non esistenza è il postulato fondamentale).

Così anzitutto l'ordine degli eventi dipende dal punto in cui si suppone trovarsi l'osservatore (si sono riconosciute nebulose spirali lontane da noi 10 milioni di anni-luce: di tanto sono in ritardo i loro eventi per la Terra e di altrettanto i nostri per loro!); poi, dalla velocità di esso rispetto agli oggetti guardati dipende, oltre che l'ordine (in secondo luogo), anche il valore della *unità* di tempo rispetto a un orologio-campione prestabilito a piacere, e quindi la misura di una durata qualsiasi. L'unità poi varia di continuo se il moto anzichè rettilineo uniforme è comunque accelerato.

[La parte originale della esposizione precedente fu costituita dai nuovi esempi od analogie trovate per fissare le idee o per dare un significato fisico, tangibile, ai concetti astratti e un poco sconcertanti della Relatività; ma è impossibile darli qui per esteso].

Passando poi al dominio della Relatività Generale l'A. osserva che nella Meccanica erano postulati tre misteri originari e inseparabili: l'essenza della Materia inerte e pesante: l'essenza dei campi di Forza naturali; il legame tra Materia e Forza. L'Einstein, semplificando, vi sostituì un solo postulato: variazione delle proprietà geometriche dello Spazio, ossia della sua *curvatura*, altrettanto inesplicabile per noi, ma almeno unico.

Allora in una lunga digressione l'A., seguendo le orme di Enrico Poincaré, ma con esempi suoi, mostra che in effetto il nostro spazio fisico (nel quale almeno la gravitazione è ovunque presente) è meglio rappresentato da una geometria non euclidea che da complessi rettilineari, tanto più che la *retta* stessa è una pura astrazione: la più semplice e comoda delle astrazioni, ma del tutto arbitraria. E prima lo dimostra considerando il raggio luminoso fisico proveniente da una stella in moto rispetto alla Terra (linea curva nello spazio per seguire la sorgente che si sposta durante il tragitto). Poi con l'incurvamento dell'asse di rotazione orizzontale di un corpo naturale qualsiasi sospeso in due punti (per effetto della massa pesante); con l'incurvamento delle verticali terrestri dovuto alla reazione centrifuga (per effetto della massa inerte); infine con l'incurvamento delle traiettorie dei mobili nel vuoto, che sarebbero rette solo per gravità nulla o per velocità infinite. Insomma ogni campo di forze reali fa sì che ogni elemento pensato come rettilineo in loro assenza, diviene una curva nella realtà, deformando, per così dire, lo spazio tridimensionale.

Del resto neppure il trasporto di una lunghezza senza variazione (postulato euclideo) è realizzabile con la materia; e d'altra parte l'Einstein stesso fa notare che il principio fondamentalmente galileiano del moto rettilineo di un corpo libero nello spazio è un circolo vizioso o al più un postulato arbitrario, dal momento che poi ci accorgiamo che un corpo è *libero* (cioè non soggetto alle invisibili Forze) solo se si muove in linea retta.

Secondo la Relatività un corpo accelerato, cioè sottoposto a una spinta dinamica, pare che si vada accorciando nel senso del moto, come se fosse soggetto a una forza statica: dunque il concetto di curvatura dello spazio, col conseguente «campo di accelerazioni», può sostituire le forze in tutti gli effetti fisici, e ricondurre l'intera meccanica alla sola cinematica. Tale curvatura è impercettibile nello spazio stesso, ma ben rappresentabile nel diagramma a 4 dimensioni del Minkowski, il quale così sostituisce il più semplice iperspazio euclideo al nostro spazio reale, a tre, sì, ma complicato da infinite allotropie.

Quanto all'idea di uno Spazio chiuso, finito, essa non è nè più nè meno inconcepibile di quello infinito; e varie ragioni [2] renderebbero più probabile il primo. Anche la Fisica ortodossa lo postulava senza volerlo, quando parlava di conservazione della Materia e della Energia, ciò che presuppone l'idea di una misura, esclusa dalla infinità.

Passando poi in rassegna le varie e note ragioni per cui nella Fisica moderna si ammette un rapporto di equivalenza (e forse l'identità sostanziale sotto una differenza formale) fra Materia ed Energia, e aggiungendone un'altra [3], mostra che la Teoria Einsteiniana intanto coordina e riassume in un'unica visione tutte le

---

[1] I matematici ammettono quante si vogliono dimensioni reali, o ne usano di immaginarie anche nel caso di tre o meno (per es. nel grafico dei numeri complessi nel piano): ma nel nostro caso, per fortunata eccezione, l'artificio analitico si può far coincidere con l'intuizione diretta.

[2] *L'Elettrotecnica*, 5 novembre 1921, n. 30, vol. VIII, pag. 668.

[3] G. RABBENO - «Sulla Realtà del Relativismo» - *La scienza per tutti* - 1 agosto 1921, pag. 228.

più audaci e sovversive nuove ipotesi (aggiungiamo fra parentesi che prevede perfino, benchè in misura molto più limitata, l'assorbimento gravitazionale sostenuto dal Prof. Majorana (¹). Indi la sostituzione strana, ma legittima, del « campo di accelerazioni » al « campo di forze equivalenti », non solo riassorbe nella cinematica, fondendoli finalmente insieme, i fenomeni della gravità e della inerzia, ma permette di sostituire una sola parola fondamentale (l'Einstein preferì la « curvatura » dello spazio) alle tre inseparabili e perciò esuberanti: forza, accelerazione e massa. E un esempio tratto per analogia dalla reazione centrifuga lascia intuire la convenienza della sostituzione, tanto per la statica quanto per la dinamica.

Dopo un breve richiamo delle notissime prove sperimentali finora trovate, a conferma delle deduzioni matematiche della Relatività, l'A. accenna alla impressione complessiva tratta dal recente convegno di Bologna (²), al quale potè assistere. Ed è la seguente: « molte incertezze formali ancora vi sono nella esposizione del Relativismo, dovute sopratutto al contrasto fra i naturalisti che chiedono di tutto il presunto significato fisico (anche a costo di postulati gratuiti e inefficaci), e i matematici puri, che non sempre fanno il possibile per « sostanzializzare » le loro formole, neppure dove sarebbe logicamente possibile o tentabile. Ma fra una generazione forse, i nuovi venuti si saranno meglio familiarizzati coi concetti della relatività del Tempo e dello Spazio, quali li può concepire in verità la mente umana, concetti per noi cozzanti contro una tradizione assolutista tre volte secolare, che ce li rende difficilmente assimilabili. E allora la nuova visione dell'Universo sarà la base delle Filosofie Naturali; e non è escluso affatto che ne nasca anche qualche pratica conseguenza, p. es. circa i fenomeni elettronici, la teoria dei quanta, e le relazioni reciproche fra gravitazione ed elettromagnetismo ».

★

L'attraente esposizione dell'Ing. Rabbeno fu seguita in ogni sua parte dalla viva attenzione dei molti soci ed ospiti, convenuti ad ascoltarla, e fu salutata alla fine da vivi applausi. Il presidente disse di voler rinunciare a commentarla, poichè già essa era un acuto commento al più importante movimento di idee determinatosi nel mondo scientifico negli ultimi tempi. Affermò che certamente nessuno dei presenti era sfuggito alla suggestione esercitata dall'oratore ed alla sensazione che la teoria della relatività provoca una vera crisi di coscienza nello spirito scientifico, crisi di revisione e di rinnovamento.

Da ultimo il prof. Vallauri accennò brevemente alla sua nota sulle **Decisioni tecniche del Comitato di Parigi per le Radiocomunicazioni,** riassumendone il contenuto e ricordando con compiacimento la parte che gl'italiani hanno avuto nei recenti radicali progressi della radiotecnica e i successi che essi hanno raggiunto. Tali successi sono attentamente seguiti e largamente apprezzati all'estero, se pure restano meno noti in Italia sia per la eccessiva ritrosia dei tecnici nostri a informare e ad interessare l'opinione pubblica, sia per l'agitarsi degli esponenti di interessi particolaristici, che non esitano a ricorrere al mediocre artificio di descrivere la radiotelegrafia italiana come qualcosa di antiquato e grossolanamente imperfetto, per offrirsi poi di rinnovarla e risollevarla a un preteso livello di più completa modernità.

Prima di sciogliere la seduta il presidente ricordò ancora ai colleghi che col 1921 si chiude il triennio dell'attuale presidenza di sezione e che occorrerà quindi provvedere prossimamente alla rinnovazione delle cariche sociali, ed espresse il voto che la sezione continui la sua vita florida e operosa, conservando il vanto di essere una delle più attive fra le consorelle dell'A. E. I.

★

SEZIONE DI TORINO

Assemblea del giorno 6 dicembre 1921.

La Presidenza comunica le adesioni dei nuovi Soci:

Gorreta Giuseppe, Silvestri Guido, Colognesi Mario, Crocenzi Ivo, Trombetta Ing. Panfilo, Zanetti Ing. Giuseppe, Passalacqua Aldo, Sapio Alfredo, Chiaffrodo Vassallo, Serafini Filippo, Mazza Luigi, Laudi Ing. Edoardo, Guglielmi Ing. Giovanni, Salvi Cristiani Benedetto, Pastore Luigi, Bordone Mario, Pavia Ing. Giacomo, Morosi Alfeo, Genovese Ferdinando, Sprenger Mansueto, Montagna Ing. Alessandro, Massolo Domenico, Scuole Operaie S. Carlo (Coll.), Benedetti Arturo, Bagnoli Ruggiero, Righetti Francesco, Ricci Carlo Alberto, Debegnac Renato, Franco Ing. Ilario, Gamelli Ing. Augusto, Rinaudo Ing. Marco; Pagliani Ing. Federico, Catolla Ing. Guido, Pigino Ing. Silvio, Nocilla Ing. Cesare, Bertoldo Ing. Giovanni, Stragiotti Ing. Pietro, Romita On. Ing. Giuseppe, Timossi Silvio, Baldelli Ing. Antonio, Schembari Ing. Giorgio, Martinazzoli Ing. Antonio.

Il Presidente Ing. *Soleri* rivolge un saluto ai nuovi aderenti ed un invito ai Soci a continuare nell'attiva opera di propaganda così efficacemente svolta nell'anno in corso.

Soleri ricorda che il 3 agosto scorso è repentinamente scomparso il nostro Socio Dott. Cav. Guido Cervi, direttore tecnico della Soc. It. Dinamite Nobel, ed invita l'Assemblea a rivolgere un pensiero di rimpianto alla memoria dell'estinto. Dotato di forte ingegno, di profonda coltura e di spirito fattivo, egli era considerato una vera competenza in materia di esplosivi. Mentre la sua bella intelligenza stava per entrare nel periodo di maggior efficienza, la morte prematura lo tolse a quanti lo stimavano ed amavano.

Soleri informa che il Consiglio Direttivo della Sezione ed il Comitato appositamente nominato si sono occupati della preparazione delle onoranze a Galileo Ferraris. Le modalità della commemorazione verranno tra breve definitivamente concretate. Il bozzetto per il busto, da collocarsi nella sede sociale, fu già esaminato ed approvato, e gli industriali torinesi, a mezzo della locale Sezione dell'Associazione Nazionale Ingegneri, hanno fatto omaggio del bronzo occorrente alla fusione.

Soleri ricorda pure che nello scorso autunno ha avuto luogo in Sicilia la riunione annuale dell'Associazione, splendidamente riuscita sia per l'importanza delle comunicazioni svolte, sia per le interessanti visite offerte dalla magnifica ospitalità delle Sezioni di Palermo e di Catania.

Prende quindi la parola l'Ing. *Antonio Martinazzoli* che svolge l'annunciata comunicazione sul tema:

I NUOVI GRANDI FORNI ELETTRICI DELLA FIAT.

illustrando la conferenza con numerose proiezioni.

Alla fine della comunicazione, accolta da vivi applausi, il Presidente ringrazia l'Ing. Martinazzoli di aver fatto conoscere in dettaglio i dati di costruzione e di esercizio del nuovo tipo di forno che è il frutto di lunghi studi da parte dei valenti tecnici della Fiat, e ringrazia pure i dirigenti della « Fiat » che di tali dati hanno permesso la pubblicazione. Apre quindi la discussione sugli argomenti che hanno fatto oggetto della comunicazione.

L'Ing. *Thovez* si compiace coi tecnici della « Fiat » per l'abilità con cui furono risolti alcuni problemi riguardanti i dettagli di costruzione, ed in particolar modo il sistema di chiusura del forno, rilevando le difficoltà che si incontrano nel mantenere un buon isolamento sia perchè alle alte temperature i materiali impiegati perdono il loro potere isolante, sia perchè l'aria calda facilita la formazione degli archi. Chiede all'Ing. Martinazzoli se crede che il sistema di chiusura adottato per i forni « Fiat » possa essere applicato anche agli altri tipi. Riassume quindi alcuni dati relativi al consumo degli elettrodi di carbone amorfo e di grafite ed alla durata dei rivestimenti refrattari, e ricorda come un notevole perfezionamento fu recentemente introdotto formando il rivestimento con pigiata in luogo di mattoni.

Risponde l'Ing. *Martinazzoli* osservando che il dispositivo di chiusura studiato per i forni « Fiat » potrebbe senza difficoltà applicarsi anche ad altri tipi. Per quanto riguarda la qualità degli elettrodi ritiene che per i grandi forni trifasi gli elettrodi di carbone amorfo debbano essere aboliti e sostituiti dagli elettrodi di grafite che risultano di diametro assai inferiore.

La mattina di domenica 11 dicembre numerosi Soci della Sezione visitarono i nuovi impianti dei forni elettrici « Fiat » ricevuti con squisita cortesia dai dirigenti della Sezione Acciaierie delle Officine « Fiat ».

★

Personalia.

A coprire la delicata ed importante carica di Commissari Governativi per disciplinare il consumo dell'energia elettrica nell'attuale periodo di crisi, in relazione al recente decreto riportato a pag. 736 sono stati chiamati i Consoci:

Prof. Ing. Elvio Soleri - Presidente della Sezione di Torino - per il Piemonte;

Ing. Comm. Angelo Omodeo, della Sezione di Milano - per la Lombardia e la Toscana;

Prof. Lorenzo Ferraris, nostro Vice-Presidente generale - per il Veneto.

Le nostre vivissime congratulazioni.

★

Onorificenza.

Il nostro Presidente Generale, Cav. Uff. Ing. Ulisse Del Buono, è stato nominato Commendatore, su proposta del Ministro delle Poste e dei Telegrafi, per il valido contributo portato al lavoro di varie Commissioni Ministeriali.

I più vivi rallegramenti.

(¹) *L'Elettrotecnica*, 15 marzo 1920, n. 8, vol. VII, pag. 127.

TEDESCHI GIOVANNI FU GIOVANNI, *gerente responsabile* ARTI GRAFICHE VARESINE – VARESE